

Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

220

Volumen 41 (2)
Marzo - Abril 2024



ORIGINALES

Beyond creatine: evaluating guanidino acetic acid as a novel ergonutritional aid for basketball players

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

Asociación entre la fuerza excéntrica de isquiotibiales con historia de lesión en miembros inferiores de atletas colombianos de alto rendimiento

Impact of CrossFit® practice on pelvic floor dysfunction: a systematic review

Utilidad del reconocimiento médico deportivo para detectar y prevenir trastornos de la conducta alimentaria





UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia

Campus de los Jerónimos,
Nº 135 Guadalupe 30107

(Murcia) - España

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



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



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^ª Concepción Ruiz Gómez

Ex-Presidente

Pedro Manonelles Marqueta

Edita

Sociedad Española de Medicina del Deporte

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

Tel. +34 976 02 45 09

femede@femede.es

www.femede.es

Correspondencia:

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

archmeddeporte@semede.es

http://www.archivosdemedicinadeldeporte.com/

Publicidad

ESMON PUBLICIDAD

Tel. 93 2159034

Publicación bimestral

Un volumen por año

Depósito Legal

Zaragoza. Z 988-2020

ISSN

0212-8799

SopORTE válido

Ref. SVR 389

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

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

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

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

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

Archivos de medicina del deporte

Revista de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

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

Director

Pedro Manonelles Marqueta

Editor

Miguel E. Del Valle Soto

Administración

Melissa Artajona Pérez

Adjunto a dirección

Ana Larma Vela

Comité Editorial

Norbert Bachl. Centre for Sports Science and University Sports of the University of Vienna. Austria. **Arcelli 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. **Maria 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. Johannesburg. 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 Ortopedica, ARS Medica Clinic, Gravesano. Suiza. **José A. López Calbet.** Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España. **Javier López Román.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Alejandro Lucía Mulas.** Universidad Europea de Madrid. España. **Emilio Luengo Fernández.** Director de la Escuela de Cardiología de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. España. **Nicola Maffully.** 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 Italic, 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



CELAD
Comisión Española
para la Lucha Antidopaje
en el Deporte

Archivos

de medicina del deporte

Volumen 41(2) - Núm 220. Marzo - Abril 2024 / March - April 2024

Sumario / Summary

Editorial

The roots of return to sport

Las raíces de la vuelta al deporte

Giulio Sergio Roi 67

Originales / Original articles

Beyond creatine: evaluating guanidino acetic acid as a novel ergonutritional aid for basketball players

Más allá de la creatina: análisis del potencial del ácido guanidino acético como nueva ayuda ergogénica de interés para el baloncesto

Ignacio Escribano-Ott, Juan Mielgo-Ayuso, Javier Ochóa-Lacar, Julio Calleja-González, Sergej M. Ostojic 70

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

Relationship between sports injuries and mental health in elite athletes: current state of the art

Laura Gil Caselles, Aurelio Olmedilla Zafra 78

Asociación entre la fuerza excéntrica de isquiotibiales con historia de lesión en miembros inferiores de atletas colombianos de alto rendimiento

Association between of eccentric hamstring strength with history of lower limb injury in high-performance Colombian athletes

Javier F. Bonilla Briceño, Brayan E. Patiño-Palma, Mauricio Serrato Roa 84

Impact of CrossFit® practice on pelvic floor dysfunction: a systematic review

Impacto de la práctica de CrossFit® en la disfunción del suelo pélvico: una revisión sistemática

Nuria Romero-Parra, Mónica Rodríguez-Faggionato, Miguel A. Rojo-Tirado 92

Utilidad del reconocimiento médico deportivo para detectar y prevenir trastornos de la conducta alimentaria

Usefulness of sports medical examination for the detection and prevention of eating disorders

Antonio Rodríguez Martínez 99

Comunicación especial / Special communication

Sobre las bebidas energéticas

About energy drinks

Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED) 108

Normas de publicación / Guidelines for authors 109

The roots of return to sport

Las raíces de la vuelta al deporte

Giulio Sergio Roi

Postgraduated School of Sports Medicine and Physical Exercise. University of Bologna. Italy.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00158

Training and sports rehabilitation are based on the same rules, originating from the Theory and Methodology of Training¹. In both cases it is the results that matter. Unlike training, sports rehabilitation does not develop through multi-year programming, but it is unluckily inserted into the athlete's life for a limited span of time. Hence, in sports rehabilitation the training theory must adapt to the limitations imposed by the pathology and its evolution, so for sports physicians and athletic trainers it is necessary the acquisition of a sound knowledge regarding the different pathologies and their treatments together with a sound knowledge of the Theory and Methodology of Training.

Some years ago, the concept of "*functional outcome*" was introduced to point out "*the functional result of a treatment process*"². This concept implies that the physical condition of an injured athlete must be periodically measured conducting specific tests and analyzed to implement the corrections imposed by the evolution of the pathology, from the moment of diagnosis to that of discharge³. In this way, thinking in terms of *measurable expected results*⁴ pushes to raise the threshold of attention of healthcare professionals, improving the quality of therapeutic decisions. This approach increases the awareness of the physician in charge of the patients, stimulating to face the effectiveness of her/his intervention and that of the colleagues and collaborators, which must work together in a team.

The rehabilitation process is a complex phenomenon since it is influenced by multiple factors. However, it is also dynamic⁵ since it continually evolves over time because of the interaction of different factors with each other. There is strong evidence for considerable heterogeneity in the responsiveness to regular physical activity and rehabilitation. Age, sex, and ethnic origin are not major determinants of human responses, whereas the pretraining level of a phenotype has

a considerable impact in some cases⁶. Familial factors also contribute significantly to variability in training response⁵ and in cardiorespiratory fitness⁷ affecting the sports rehabilitation process.

Therefore, modern sports rehabilitation must overcome the reductionist approach, based on static and simplistic analyzes⁸ without considering not only the complexity, but also the dynamicity of biological phenomena regulated by several delicate feedback mechanisms.

In 1995 Wilson and Cleary⁹ proposed a model with five levels of outcome, starting from the cellular one, and moving to that of the individual (the person), up to the interactions of the individual as a member of the society. The conceptual complexity of each level increases proceeding from the cellular to the social level, which therefore becomes of increasing difficulty to define and measure.

Overcoming the reductionist approach can only be achieved by intimately understanding the different components of the *functional outcome*. These components are embodied by the various professionals met by an injured athlete during her/his personal therapeutic journey. These operators too often struggle communicating with each other, since they come from different educational backgrounds, leading to focus on their discipline (or knowledge) and on their specific skills. In this way they *reduce* the human body to a set of individual parts (or functions) and sub-parts (or sub-functions), which cannot necessarily represent the complexity and the unicity of the human being. This attitude leads them to *reduce* the possibilities of impacting the functional recovery and to conceive the injured athlete as a person as a whole, the same way conceiving the rehabilitation as a whole¹⁰.

There is a prerequisite to access the anti-reductionist approach, which derives from the definition of health proposed by the World Health Organization: "*State of complete physical, mental and social well-being and not simply the absence of disease or infirmity*". By adopting this

Correspondencia: Giulio Sergio Roi
E-mail: giuliosergio.roi@unibo.it

definition, the post-injury recovery process cannot be limited to the *restitutio ad integrum* of the affected zone of the body, but must consider also the psychological and social aspects, increasing the complexity of the intervention. Despite the variability in the definition of return to sport (RTS) used in the literature^{11,12}, RTS is actually a very complex process developed along a continuum that includes the return to training (RTT), the return to competitions (RTC) and finally, the return to performance (RTP)¹³. It follows that to establish whether an athlete can return to sport, both in training and/or in competition, we should adopt almost five criteria. 1) Clinical criteria: consisting of absence of pain, swelling, other signs of inflammation, complete healing process, complete range of motion, and good joint stability. 2) Functional criteria: investigated by functional assessment tests, including body composition (often ignored), recovery of strength and absence of deficits in the strength tests carried-out in the laboratory and in the field, also including the recovery of endurance and rate of force development; recovery of physical fitness and aerobic and anaerobic power and endurance. 3) Biomechanical criteria: investigated by tests referring to the recovery of motor patterns, certifying the absence of deficits in movement analysis tests. 4) Psychological criteria: fear of reinjury and psychological attitudes of the patients, identifying those who could benefit from psychological support. 5) Specific sport and social criteria: shared with coaches and technicians, reaching specific objectives relating to the sport practiced, including the ability to sustain volumes and intensities of trainings and competitions, but also overall lifestyle indicators including nutrition and sleep, together with other healthy measures (i.e., smoking habit).

Finally, it is interesting to note that there are numerous questionnaires available to evaluate functional outcomes also from the patient's point of view¹⁴. Even the use of these questionnaires can indicate the adoption of a reductionist or anti-reductionist approach. In fact, there are questionnaires to evaluate *only* the functionality of the injured limb (e.g., the IKDC questionnaire), and questionnaires to evaluate the *overall* state

of health and the quality of life (e.g., the SF-36 questionnaire). Obviously, we should use both, working in team to overcome the antireductionist approach to RTS.

Bibliography

1. Bompa TO, Haff GG. Periodization. Theory and methodology of training. *Human Kinetics*, Champaign (IL), 2009.
2. Baumberg L, Long A, Jefferson J. International workshop: culture and outcomes. Barcelona 9-10 June 1995; Leeds: European Clearing House on Health Outcomes.
3. Ekizos A, Santuz A. "Biofeedback-based return to sport": individualization through objective assessments. *Front Physiol*. 2023 Jun 12; 14:1185556.
4. Frattali CN. Measuring outcomes in speech-language pathologies. Thieme, New York, 1998.
5. Davids K, Glazier P, Araújo D, Bartlett R. Movement systems as dynamical systems. *Sports Med*. 2003;33:245-60.
6. Bouchard C, Rankinen T. Individual differences in response to regular physical activity. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(6 Suppl): S446-51; discussion S452-3.
7. Ross R, Goodpaster BH, Koch LG, Sarzynski MA, Kohrt WM, Johannsen NM, Skinner JS, Castro A, Irving BA, Noland RC, Sparks LM, Spielmann G, Day AG, Pitsch W, Hopkins WG, Bouchard C. Precision exercise medicine: understanding exercise response variability. *Br J Sports Med*. 2019;53(18):1141-53.
8. Quatman CE, Quatman CC, Hewett TE. Prediction and prevention of musculoskeletal injury: a paradigm shift in methodology. *Br J Sports Med*. 2009;43:1100-7.
9. Wilson IB, Cleary PD. Linking clinical variables with health-related quality of life. A conceptual model of patient outcomes. *JAMA*. 1995;273:59-65.
10. Roi GS. Return to competition following athletic injury: Sports rehabilitation as a whole. *Apunts Med Esport*. 2010; 45: 181-184.
11. Doege J, Ayres JM, Mackay MJ, Tarakemeh A, Brown SM, Vopat BG, Mulcahey MK. Defining return to sport: a systematic review. *Orthop J Sports Med*. 2021 Jul 26;9(7):23259671211009589.
12. Loeza-Magaña P, Quezada-González HR, Arias-Vázquez PI. Return to Sport, integrating the process from conventional rehabilitation up to reconditioning: a narrative review. *Arch Med Deporte*. 2021;38(4):253-60.
13. Buckthorpe M, Frizziero A, Roi GS. Update on functional recovery process for the injured athlete: return to sport continuum redefined. *Br J Sports Med*. 2019;53(5):265-7.
14. Andrew NE, Gabbe BJ, Wolfe R, Cameron PA. Evaluation of instruments for measuring the burden of sport and active recreation injury. *Sports Med*. 2010;40:141-61.

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.



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



Índice

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

Índice

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

Información: www.femede.es

Beyond creatine: evaluating guanidino acetic acid as a novel ergonutritional aid for basketball players

Ignacio Escribano-Ott¹, Juan Mielgo-Ayuso², Javier Ochóa-Lacar³, Julio Calleja-González¹, Sergej M. Ostojic⁴

¹Department of Physical Education and Sport. University of the Basque Country. Vitoria. Spain. ²Department of Health Sciences. Faculty of Health Sciences. University of Burgos. Burgos. Spain. ³Queiron CrossFit Navarra. Pamplona. Spain. ⁴Department of Nutrition and Public Health. University of Agder. Kristiansand. Norway.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00159

Recibido: 01/04/2023
Aceptado: 05/02/2024

Summary

This study investigates the impact of Guanidinoacetic Acid (GAA) supplementation in basketball, a high-intensity sport requiring optimal nutrition and recovery strategies. Ergogenic aids like Creatine (CRM) are common, but GAA, a creatine precursor, may be more beneficial. Involving 31 semi-professional male and female players, the study compared GAA, CRM, and placebo groups. Results showed significant physical performance improvements in females using GAA, particularly in Counter Movement Jump (CMJ) and Handgrip (HG). Male GAA users showed CMJ improvements, while CRM enhanced cognitive functions in males. The study suggests GAA's potential in enhancing physical performance, especially in women, and highlights the need for further research on GAA and CRM effects, considering gender differences.

Key words:

Ergonutritional. Basketball. Creatine. Guanidino Acetic Acid. Sports Nutrition.

Más allá de la creatina: análisis del potencial del ácido guanidino acético como nueva ayuda ergogénica de interés para el baloncesto

Resumen

Este estudio examina el impacto de la suplementación con Ácido Guanidinoacético (GAA) en el baloncesto, un deporte de alta intensidad que demanda estrategias de recuperación nutricional óptimas. Aunque la Creatina Monohidrato (CRM) es una ayuda ergogénica muy utilizada para este fin, se ha hipotetizado que, el GAA, precursor de la creatina, podría ofrecer mayores beneficios. La investigación, que involucra a 31 jugadores semiprofesionales de ambos sexos, compara grupos que recibieron GAA, CRM y placebo. Los resultados revelan mejoras significativas en el rendimiento físico de las mujeres que utilizaron GAA, especialmente en el Salto con contra movimiento (CMJ) y la Fuerza Manual (HG). Por otro lado, los hombres que emplearon GAA experimentaron mejoras en el CMJ, mientras que la CRM potenció sus funciones cognitivas. Este estudio señala el potencial del GAA para mejorar el rendimiento físico, destacando su relevancia particular en mujeres, y subraya la necesidad de investigaciones adicionales sobre los efectos del GAA y la CRM, considerando las particularidades de género.

Palabras clave:

Ergonutrición. Baloncesto. Creatina. Ácido guanidino acético. Nutrición deportiva.

Premio SEMED a la Investigación 2023

Correspondencia: Ignacio Escribano-Ott
E-mail: ignacio.escribano.ott@gmail.com

Introduction

In basketball, players must manage intense, fast-paced play with minimal rest, challenging both their physical and mental capacities. They also contend with external pressures such as frequent travel, limited sleep, and a dense game schedule. Thus, prioritizing proper nutrition and effective recovery tactics is essential for optimizing their performance and readiness in this demanding sport¹. In particular, in certain circumstances, the use of ergogenic aids may also be necessary to support players in achieving their performance goals². Among them, one of the most popular ergogenic aids for the past 30 years has been creatine monohydrate (CRM)¹. It is widely considered safe and reliable for athletes and also, has been associated with potential beneficial effects on physical conditioning and cognitive performance¹, as well as promoting recovery¹. Due to these benefits, basketball players have long used CRM supplementation to improve their physical and cognitive performance and recover. However, CRM presents some limitations such as low solubility in water, transportability issues, and heterogeneous response among individuals (non-responders)¹. To overcome these limitations, researchers are studying other novel formats of CRM³. Despite the emergence of various alternative forms of this product, none of them have yet surpassed the efficacy of CRM in enhancing muscle uptake and high-intensity exercise performance⁴. While creatine citrate, creatine pyruvate, and magnesium creatine chelate have shown some potential, they do not exceed CRM in terms of muscle uptake and their evidence base is less robust⁴. Other forms, such as creatine ethyl ester, buffered creatine, and creatine nitrate, lack substantial supportive evidence. However, guanidinoacetic acid (GAA), a precursor of creatine, has been proposed as an advantageous and interesting alternative for CRM supplementation⁵.

The first evidence of its performance-enhancing effects dates back to the early 1950s⁶. The GAA is naturally synthesized in the kidney and pancreas through an enzyme-catalyzed step from L-arginine and glycine, ultimately leading to the formation of creatine. It is theorized that oral administration of GAA is easily absorbed from the gastrointestinal tract and rapidly metabolized to creatine⁶, improving cellular bioenergetics⁶ and acting as fuel in high-energy-demand tissues such as skeletal muscle and the brain⁷.

Additionally, the response to GAA seems to be more significant in terms of performance for individuals compared to non-responders⁸. The administration of guanidinoacetic acid (GAA) is widely recognized as safe and has been associated with beneficial effects that outweigh its potential side effects⁹. While caution must be exercised regarding potential neurotoxicity¹⁰, GAA has demonstrated its efficacy even at low doses, typically ranging from approximately 1.2g/d to 1.2 g/d to around 5g⁶. In male athletes, GAA was associated with enhanced high-intensity anaerobic performance and increased body creatine levels¹¹, suggesting its potential as an ergogenic aid. Meanwhile, women with Chronic Fatigue Syndrome experienced improvements in muscular strength and aerobic power following GAA supplementation¹². Moreover, GAA has been linked to enhanced brain performance, suggesting its potential cognitive benefits⁷.

While these outcomes are significant across various athletic disciplines, they hold particular importance in high-intensity, intermittent sports like basketball. In basketball, the fundamental importance of lower body power and force production, particularly for actions such as jumping, is well recognized. This is often measured using the Counter Movement Jump (CMJ) test, which closely mirrors in-game jumping demands. The outcomes from this test highlight the essential role of ample creatine reserves in the lower body for optimal basketball performance¹. Similarly, the capacity to generate force through explosive upper body movements, crucial for actions like throwing, shooting, and passing, underscores the importance of creatine stores in facilitating strength and power output. Equally, the Medicine Ball throw test provides valuable insights into these upper body strength requirements in basketball. Moreover, cerebral creatine reserves are vital to support cognitive abilities in sports performance⁷, including maintaining focus, activating/inhibiting automatic responses, and adapting to changing situations on the court. These cognitive demands can be assessed using specific tests such as reaction time or Stroop On/Off, potentially indicating the use of cerebral creatine reserves. The potential of CRM to facilitate recovery is increasingly recognized, not confined to the court but extending to post-exercise recuperation, which is essential for an ergogenic aid in the context of basketball². This includes its capacity to aid in glycogen restoration and attenuate increases in creatine kinase and delayed-onset muscle soreness¹³. Despite the limited data on GAA's role in recovery, it is postulated to contribute to recovery by enhancing insulin sensitivity, modulating GABA neurotransmission, promoting vasodilation, or being utilized in an unidentified metabolic pathway instigated by intense exercise¹¹.

The outcomes observed in prior research, in alignment with the unique requirements of basketball, invite the hypothesis that GAA may have a potential ergogenic effect in basketball players. To the best of the authors' knowledge, this study is the first examining the effectiveness of GAA supplementation in the area of basketball performance. The main aim of this study is to investigate the potential effects, of GAA as an effective ergo nutritional in basketball. As a secondary aspect, and parallel to this research, a comparative study will be conducted against CRM to investigate potential differences between these supplementation strategies. Finally, this work also aims to provide detailed information specifically for female basketball players. This is important because most studies in this field are conducted on men, and the data is subsequently extrapolated to the female population. This approach often overlooks the possibility that women's responses could be different.

Design

Thirty-one non-vegetarian basketball players, originally 33 but reduced due to team change and COVID-19, participated in this study. The group comprised 17 semi-professional female players from various Spanish divisions (average 24 years, 1.78m, 67.85kg) and 14 male players (average 23 years, 1.92m, 85.81kg). Inclusion criteria included players aged 16-40 in Spanish divisions, attending most practice sessions, no recent injuries, and no drug/supplement use. Vegetarians, those with metabolic disorders, or recent injuries were excluded.

The study, approved by the Basque Country University Ethics Committee and adhering to the Declaration of Helsinki and EU data regulations, was a simple-blind, placebo-controlled trial during the 2021-2023 seasons. Participants were divided into three groups: guanidinoacetic acid (GAA), creatine Monohydrate (CRM), and placebo, with detailed demographics provided for each group.

Participants were administered either a GAA product (comprising 2g of CRM and 2g of GAA, sourced from CreGAAtine, Applied Bioenergetic Lab and Carnomeda), CRM (4g, Nutrisport), or a Placebo (4g Maltodextrine, Decathlon). The selected doses were based on the safety and efficacy of GAA and CRM in exercise, sport, and medicine. Each product was provided to the participants in sachet form prior to the commencement of the experiment. Instructions were given to consume the product during main meals, allowing them to choose either lunch or dinner to better fit their daily routines. This was done to enhance adherence and minimize the risk of gastrointestinal issues¹.

Each participant underwent two trials and was assessed before and after 4 weeks of supplementation. Physical, cognitive, and body composition variables were measured to evaluate differences induced by the interventions across the three groups (Figure 1).

During testing days, participants warmed up at their basketball court for 15 minutes, led by a coach. The warm-up routine included 8 minutes of jogging, 5 minutes of full-body stretches, and 3 minutes of intense running¹⁴.

After warming up, participants performed tests including Medicine Ball throw, Handgrip, Counter Movement Jump, Stroop tests, and LED Reaction time. They were familiar with these tests and practiced each three times. Staff demonstrated correct techniques. Recovery periods of 5 minutes were given between some tests, with 3 minutes for others. No break was provided between Handgrip and Counter Movement Jump tests. Feedback was given during tests to maximize performance.

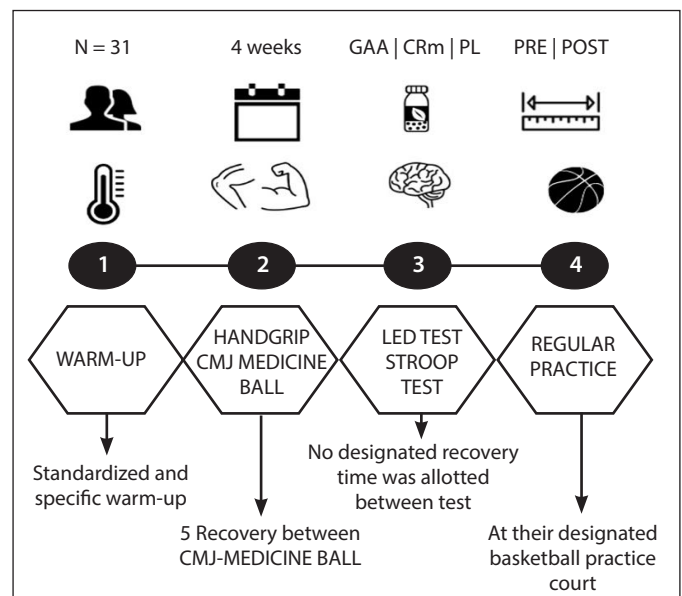
Material and method

To assess lower neuromuscular performance: the CMJ test, a widely used field test in basketball research¹⁵, was employed to assess lower body neuromuscular performance. Each participant performed three maximal jumps with a two-minute rest interval between jumps¹⁵. To ensure accurate measurement, the validated and reliable smartphone app My Jump Lab¹⁶ was utilized to record and analyze the jumps. To assess upper Neuromuscular Performance, the Handgrip (HG) test, a widely used method to assess upper body dynamic strength¹⁷, was performed by participants. They executed three maximal handgrip contractions with their dominant hand, and the best attempt was recorded. The Medicine Ball (MB) test, another common test in basketball research, was also conducted. Participants were instructed to perform a horizontal medicine ball throw using a two-hand chest pass movement, following established protocol instructions¹⁸. Female participants used a 3kg medicine ball, while male participants used a 5 kg medicine ball. To ensure accurate measurement, the throws were recorded using two strategically positioned video cameras for clear visibility. Subsequently, each throw was analyzed by two researchers using the Kinovea analysis software, achieving a high intra-class correlation coefficient of 0.99¹⁹.

Regarding cognitive performance, to assess psychomotor Speed and Cognitive Flexibility, the SO and SOFF tests were employed. These tests have proven to be sensitive in detecting cognitive impairment²⁰. To ensure accurate measurement, a validated and reliable smartphone app, the Stroop Smartphone App, was utilized. The test²¹ consisted of two tasks: 1) "Stroop Off" (the easier task), where participants matched a color name to the displayed color; and 2) "Stroop On" (the more challenging task), where participants matched the color of the word presented in discordant coloring (e.g., the word "blue" displayed in red color). In both Stroop modes, the test concluded after five consecutive correct runs. However, if a mistake was made, the run was interrupted, and the player had to restart. To assess perceptual and decision-making skills (reaction time), LED test was used to provide insights into the speed and accuracy of player responses²². A reliable and validated test designed for fast-action sports such as basketball was administered²². Three light sensors with LED indicators were positioned at fixed heights on the left, center, and right side of the player's defensive position (mass center). Players assumed the starting position and promptly touched the illuminated LED indicator with either hand, aiming to react as quickly as possible.

Dietary intake and training protocols were closely monitored throughout the study. To assess dietary habits, players completed a validated Food Frequency Questionnaire (FFQ) that has been utilized in previous sports nutrition research²³. Through a self-administered questionnaire, participants were queried about their health status, dietary style, their perception of the adequacy of their nutritional habits in relation to recommendations, and their perception of their fitness level (Anex 1). To minimize potential interference from dietary changes or the use of other nutritional supplements²³, participants were instructed to maintain their usual dietary intake throughout the study period and avoid the consumption of any dietary supplements that could potentially provide ergogenic benefits. To track their training activities, participants completed a self-administered questionnaire detailing their weekly team practice duration and frequency of resistance training

Figure 1. Chronology of Research Events.



sessions²⁴. Additionally, to evaluate the potential side effects associated with GAA, CRM, or PL supplementation, players were asked to report any adverse effects on their gastrointestinal system through an online survey (<https://form.typeform.com/to/fks2Xck8>). The survey was available until 1st December 2022, with the last access to the link recorded on 10th January 2023 (Survey Close Date: 1-12-2022; Last access to the link 10-01-2023). Participants were also requested to provide subjective assessments of their overall health status, dietary habits, eating patterns, and physical fitness level.

Statistical analysis

Data was analyzed using descriptive statistics (mean, standard deviation) for normality and homoscedasticity. Student's t-tests were applied to normal data, and Wilcoxon rank-sum tests for non-normal data. Group comparisons were conducted, categorizing effect sizes (trivial <0.20 to very large >2.0).

Players' outcomes were classified into responders (>10% difference), quasi-responders (5%–10% difference), and non-responders (<5% difference) based on previous research. Categories included non-responders (≥50% variables reported as "non-responders"), responders (≥50% variables reported as "responders"), and quasi-responders. Significance was set at *P* <0.05, analyzed with SPSS® 26.0 and R 4.2.2.

The study used a 2-way ANOVA (group × trial) with Bonferroni-corrected post-hoc tests to analyze changes. Effect size was measured using partial eta squared. Responders surpassed the smallest worthwhile change (SWC), set at 0.2 times the between-participant deviation, signifying the minimum change above measurement error at 95% confidence.

Results

A total of 31 semiprofessional basketball players (17 female players from the 1st, 2nd, 3rd, and Spanish Basketball Divisions and 14 male players from the 2nd and 4th divisions) completed the study. No differences were found among groups regarding their health status, diet type, eating habits, fitness level, weekly team practice minutes, or weekly resistance frequency. Only one player (CRM group: 3.2%, *P* >0.05) reported gastrointestinal adverse symptoms whereas the other volunteers (96.8%) reported no major side effects after they participated in the study. Eleven players (52%) were categorized as responders, five as quasi-responders (24%), and five as non-responders (24%). The secondary outcomes for: 1) Anaerobic neuromuscular performance (MB, HG, CMJ) (Table 1); 2) cognitive performance (SO, SOFF, LED) (Table 2) were assessed at baseline (pre-intervention; T1) and 4-week follow-up (post-intervention; T2).

Table 1. Physical condition outputs in the three study groups at the baseline (T1) and after 4 weeks (T2).

Sex	Group	T1	T2	Delta	%VAR	p	D	P	n2p	MBI
								(TXG)		
MB										
Female	GAA	2.79 ± 0.28	2.81 ± 0.24	0.02 ± -0.04	1.02 ± 3.35	0.530	-0.32; small	0.05 ^B	0.18	Most Likely Trivial Increase.
	CRM	3.07 ± 0.44	3.06 ± 0.37	-0.04 ± -0.01	0.03 ± 5.36	0.900	-0.36; small			Most Likely Large Increase.
	PL	3.86 ± 1.87	3.84 ± 1.94	-0.01 ± 2.62	-1.22 ± 2.49	0.500	0.12; very small			Unclear Difference.
Male	GAA	3.47 ± 0.16	3.52 ± 0.14	0.05 ± 0.02	1.47 ± 1.81	0.200	-0.09; very small	0.65 ^B 0.13 ^A	0.15	Likely Trivial Increase.
	CRM	3.77 ± 0.38	3.91 ± 0.37	0.14 ± 0.1	3.62 ± 1.83	0.010	0.02; very small			Most Likely Trivial Increase.
	PL	3.73 ± 0.41	3.67 ± 0.47	0.06 ± 0.06	-1.52 ± 3.59	0.430	0.01; very small			Most Likely Trivial Decrease.
HG										
Female	GAA	38.71 ± 6.65	41.71 ± 5.77	3 ± -0.88	8.32 ± 5.19	0.003	-0.38; small	0.743	0.16	Likely Trivial Increase.
	CRM	34.8 ± 3.56	37.2 ± 2.59	-0.88 ± 2.4	7.35 ± 7.56	0.09	-0.18; small			Almost Certainly Very Large Increase.
	PL	41.2 ± 4.97	41 ± 4.95	0.2 ± 0.2	-0.45 ± 2.49	0.700	-0.14; medium			Almost Certainly Very Large Increase.
Male	GAA	55.75 ± 7.23	58.5 ± 7.33	2.75 ± 0.10	5.03 ± 3.02	0.040	-0.48; small	0.072	0.10	Most Likely Trivial Increase.
	CRM	57.6 ± 9.02	59.2 ± 8.56	2.4 ± 0.46	2.95 ± 3.74	0.150	-0.77; very small			Most Likely Trivial Increase.
	PL	53.4 ± 4.34	54 ± 4.18	0.6 ± 0.16	1.15 ± 1.05	0.070	0.04; very small			Most Likely Trivial Increase.
CMJ										
Female	GAA	28.84 ± 4.36	30.47 ± 3.85	1.63 ± -0.51	6.01 ± 3.37	<0.001	-0.22; small	0.850	0.16	Most Likely Trivial Increase.
	CRM	30.63 ± 3.06	32.45 ± 5.15	-0.51 ± 1.82	5.55 ± 6.65	0.160	-0.13; very small			Likely Moderate Increase.
	PL	26.83 ± 5.71	26.56 ± 5.74	0.27 ± 0.3	-1.04 ± 1.51	0.200	0.03; very small			Likely Moderate Increase.
Male	GAA	39.4 ± 2.94	40.14 ± 3.77	0.74 ± 0.83	1.79 ± 2.57	0.260	-0.4; small	0.013 ^B 0.263 ^A	0.28	Most Likely Trivial Increase.
	CRM	36.26 ± 4.26	36.88 ± 5.05	0.94 ± 0.79	1.52 ± 4.08	0.410	-0.43; small			Most Likely Trivial Decrease.
	PL	34.17 ± 3.55	34.07 ± 4	0.10 ± 0.45	-0.4 ± 2.68	0.790	0.05; very small			Most Likely Trivial Decrease.

Data are expressed as mean ± standard deviation. Two-factor repeated-measures ANOVA. ^A GAA Vs CRE; ^BGAA Vs CONT; ^CCRE Vs GAA; ^DCRE Vs CONT.

*Significantly different between study points (T1 Vs T2) *P* <0.05.

MB: Medicine Ball; HG: Handgrip; CMJ: Counter Movement Jump; GAA: Guanidinoacetic acid group; CRM: Creatine Monohydrate group; PL: Placebo group; %VAR: Percentage of variation; D: Cohen's D; VS: Very Small; S: Small; P (TxG): Group-by-time interaction.

Table 2. Cognitive performance outputs in the three study groups at the baseline (T1) and after 4 weeks (T2).

Sex	Group	T1	T2	Delta	%VAR	p	D	P	n2p	MBI
									(TXG)	
SON										
Female	GAA	47.14 ± 6.15	46.95 ± 6.05	-0.19 ± -0.1	-0.4 ± 0.9	0.370	0.01; very small	0.008 ^A	0.27	Most Likely Trivial Decrease. Possibly Small Increase. Possibly Moderate Increase.
	CRM	52.21 ± 2.14	54.66 ± 6.78	-0.1 ± 2.45	4.49 ± 9.34	0.340	0.69; medium			
	PL	48.14 ± 2.42	47.66 ± 2.34	0.48 ± 0.10	-0.81 ± 6.6	0.750	0; very small			
Male	GAA	50.05 ± 4.78	49.99 ± 4.5	0.06 ± 0.28	-0.07 ± 1.79	0.900	-0.04; very small	0.001 ^A	0.33	Most Likely Trivial Decrease. Possibly Small Decrease. Most Likely Trivial Increase.
	CRM	57.38 ± 2.05	54.99 ± 4.47	2.39 ± -2.42	-4.08 ± 8.01	0.310	-0.47; small			
	PL	51.3 ± 4.43	51.3 ± 4.67	0 ± -0.24	0 ± 2.73	0.990	0.6; medium			
SOFF										
Female	GAA	44.96 ± 4.59	45.12 ± 4.44	0.16 ± -0.15	0.39 ± 0.94	0.320	0.01; very small	0.338	0.26	Most Likely Trivial Increase. Possibly Small Increase. Unclear Difference.
	CRM	52.12 ± 0.95	54.18 ± 6.16	-0.15 ± 2.06	3.84 ± 10.14	0.440	0.36; small			
	PL	45.1 ± 2.54	36.4 ± 2.48	8.7 ± 0.6	-19.72 ± 44.89	0.380	0.06; very small			
Male	GAA	45.45 ± 4.01	45.39 ± 4.15	0.06 ± -0.14	-0.15 ± 1.98	0.900	0.03; very small	0.001 ^D	0.59	Most Likely Trivial Decrease. Possibly Trivial Decrease. Most Likely Trivial Decrease.
	CRM	57.81 ± 3.2	55.77 ± 7.47	2.04 ± -4.27	-3.82 ± 9.02	0.390	-0.49; small			
	PL	47.44 ± 4.21	47.22 ± 3.32	0.22 ± 0.89	-0.35 ± 1.79	0.621	0.2; small			
LED										
Female	GAA	69.43 ± 9.61	64.86 ± 6.72	-4.57 ± -2.89	-6.03 ± 6.6	0.040	0.02; very small	0.637	0.14	Possibly Trivial Decrease. Likely Moderate Decrease. Likely Trivial Increase.
	CRM	74.8 ± 6.46	71.2 ± 4.21	-2.89 ± -3.6	-4.45 ± 6.89	0.220	0.41; small			
	PL	70 ± 4	70.4 ± 3.13	0.4 ± 0.87	0.64 ± 1.72	0.470	0.32; small			
Male	GAA	68 ± 3.74	67.94 ± 3.2	0.06 ± 0.54	-0.05 ± 1.32	0.900	0.55; medium	0.857	0.37	Most Likely Trivial Decrease. Possibly Trivial Decrease. Likely Trivial Decrease.
	CRM	67.4 ± 6.5	64.16 ± 9.02	3.24 ± -2.52	-4.52 ± 12.58	0.430	0.66; medium			
	PL	76.2 ± 6.61	74.49 ± 3.89	1.71 ± 2.72	-1.99 ± 4.21	0.350	-0.11; very small			

Data are expressed as mean ± standard deviation. Two-factor repeated-measures ANOVA. ^AGAA Vs CRE; ^BGAA Vs CONT; ^CCRE Vs GAA; ^DCRE Vs CONT.

*Significantly different between study points (T1 Vs T2) *P* <0.05.

SON: Stroop On; SOFF: Stroop Off; LED: Reaction Time; GAA: Guanidinoacetic acid group; CRM: Creatine Monohydrate group; PL: Placebo group; %VAR: Percentage of variation; D: Cohen's D; VS: Very Small; S: Small; P (TxG): Group-by-time interaction.

In terms of anaerobic neuromuscular performance, female group players who supplemented with GAA exhibited notable and statistically significant enhancements in their CMJ results (6.01+3.37%; *P* <0.001; ES = 0.22, small), and HG (8.32+5.19%; *P* = 0.003; ES = 0.38; small) performance. No differences were found in the MB (1.02 + 3.35%; *P* = 0.53; ES = 0.32; small). However, for the MB, ANOVA revealed a significant effect of the group, regarding treatment Vs. time. Post-hoc comparisons indicated that the GAA group showed significant (0,05) improvements in the MB compared to the control and CRM groups. In contrast, CRM supplementation did not yield significant improvements in any measured anaerobic neuromuscular performance variables. Comparatively, the PL group did not show any significant differences. Regarding male group, while no significant differences were initially comparing GAA, CRM and PL groups, the application of one-way ANOVA tests revealed statistically significant differences. Specifically, these differences favored the GAA group when compared to the PL group in CMJ (0,013). Furthermore, effect size calculations using eta squared (η^2) showed a significant interaction (0.28) effect for CMJ.

When it comes to cognitive performance, the inclusion of GAA supplementation in the female group also yielded a beneficial effect on LED (-6.03+6.6%; *P* = 0.040; ES = 0.02; very small) whereas SOFF (0.39 + 0.94%; *P* = 0.32; ES = 0.01; very small) and SO (-0.4 + 0.9; *P* = 0.37;

ES = 0.01; very small) did not show significant differences. Regarding SO, the ANOVA did detect significant interactions regarding treatment Vs. time, and the posterior Bonferroni corrected post hoc test revealed significant improvements in favor of the GAA group (0.008). No differences were found in both the CRM and PL group. In the male group, initial raw data analysis did not reveal any noticeable differences in cognitive performance among the GAA, CRM, and PL groups, further analysis using one-way ANOVA tests revealed nuanced variations. Specifically, the ANOVA tests detected a significant difference in the SOFF, favoring the CRM group over the PL group (0,001), and the GAA group over the CRM group (0,001).

Discussion

This study investigated the ergogenic effects of GAA in basketball players, comparing its impact on males and females and against CRM. Results indicate GAA enhances anaerobic performance in females (MB, HG, CMJ) and CRM improves cognitive functions in males. However, varied gender responses suggest more research is needed to understand GAA and CRM effects and to optimize supplementation strategies in sports performance, particularly exploring gender-specific impacts.

Basketball is a sport characterized by many intermittent high-intensity actions¹ in which the aerobic energetic system is quantitatively higher, but the anaerobic pathways are qualitatively decisive¹. Both male and female basketball players must deal with numerous situations requiring their maximum physical effort throughout a game, leading to high levels of fatigue. Consequently, to cope with these demands, proper physical condition is crucial to develop optimal performance. Specific actions based on jumps or throws are usually measured to describe the players' physical readiness because the tests involve physical demands like those of the game.

In the context of the MB test, the effects of GAA and CRM supplementation showed distinct differences between male and female groups. The GAA group demonstrated significant improvements over time, hinting at a positive impact of GAA supplementation on upper body neuromuscular performance in basketball players, irrespective of gender. For the female group, the possibility of a heightened sensitivity to GAA¹² supplementation may have underpinned these improvements. This holds substantial implications given that upper body strength is a pivotal aspect of basketball performance, primarily in actions such as rebounding and shooting, which necessitate robust arm and shoulder movements. The male group also exhibited a positive response to GAA supplementation, albeit less pronounced than their female counterparts. This may be attributable to the typically higher initial muscle mass and strength in male athletes²⁵, potentially resulting in a less noticeable impact of GAA supplementation.

Comparatively, between the GAA and CRM groups, GAA appeared to have a superior effect on MB performance, suggesting that GAA might offer additional ergogenic benefits in the context of basketball performance.

The CMJ test is one of the most commonly used field tests in the basketball literature to assess lower body neuromuscular performance. Our findings suggest that supplementing with GAA may improve it, particularly among female athletes. The male group, on the other hand, showed only marginal improvements after CRM supplementation.

Dietary GAA has been observed to improve cellular bioenergetics by stimulating creatine biosynthesis, which may be the primary mechanism⁶ driving the observed enhancements in CMJ performance. This mechanism has been widely observed in CRM supplementation reporting explosive/strength gains in the lower body and aerobic power. Creatine raises levels of intramuscular PCr, in combination with a phosphoryl group (Pi) via the enzymatic reaction of creatine kinase (CK)²⁶. This rephosphorylation of the adenosine diphosphate accelerates resynthesis and maintains ATP bioavailability which as a result allows muscle fibers to develop fast and strong muscle contractions. Another mechanism that would explain these results is, the role of creatine in calcium recapture in the sarcoplasmic reticulum, leading to a more rapid actin-myosin cross-cycle, and therefore enhancing muscle strength and endurance²⁶. However, the physiological roles of GAA extend beyond creatine synthesis. It has been found to stimulate hormonal release and neuromodulation, alter the metabolic utilization of arginine, and adjust oxidant-antioxidant status⁵. This hypothesis is supported by creatine's ability to reduce the formation of reactive oxygen species through an ADP-recycling mechanism via mitochondrial CK²⁷. Also, regarding the protective effect on glycogen storage, oral CRM supplementation

increases GLUT4 protein content²⁸ and therefore increases the ability to uptake glucose²⁹. This way, GAA may promote faster recovery and better performance.

For instance, the stimulation of hormonal release could induce higher levels of growth hormone or testosterone, which are known to enhance muscle strength and power. The neuromodulator role of GAA³⁰ could potentially improve the efficiency of neuromuscular transmission, leading to more effective force production during the CMJ. The physiological mechanisms underlying this observation could be multiple and complex. Dietary and pre-existing muscle creatine status can influence the efficacy of CRM supplementation¹. Given that males typically have higher baseline creatine levels due to higher muscle mass²⁵ it's plausible that they might not experience the same degree of benefit from CRM supplementation as females do from GAA. Finally, it's unclear whether GAA offers a superior benefit in terms of enhancing handgrip strength and the differences between males and females.

The reasons for this difference are not fully understood but may relate to neural, muscular, or motor learning traits.

Basketball places significant cognitive demands on players, requiring quick, accurate responses to unpredictable events in high-uncertainty conditions. This leads to psychobiological fatigue, impacting motor skills and decision-making. Our study on GAA supplementation offers insights to address these challenges.

Female participants who took GAA showed notable improvements in LED task performance, indicating better reaction time and eye-hand coordination. This aligns with the fact that females typically have a smaller creatine pool in the upper body compared to males, highlighting the potential benefits of increased creatine synthesis from GAA supplementation in such situations.

Another possible mechanism that may explain the improvement is the elevation of GAA concentrations in specific brain regions such as the cerebellum³¹. While CRM supplementation increases muscle storage to a greater degree than in brain tissue³², this small contribution seems to protect athletes from mental fatigue³³.

When mental fatigue occurs (low PCr among other things), a feedback signal controls the suppression of the excitatory transmission, preventing exhaustion and fatal damage. In periods of high neuronal activity, adenosine, acting through A1R and A2AR receptors, plays a key role in brain function by balancing excitatory and inhibitory signals, and fostering synaptic plasticity³⁴. In the event of a brain insult, A1R initiates a protective response, but prolonged activation can lead to desensitization. Conversely, A2AR is upregulated potentially triggering adaptive changes, yet this might worsen brain damage, making A2AR blockade a potential neuroprotective strategy³⁴. GAA's ability to raise the brain's total creatine storage, and particularly in the cerebellum³¹ can act as a rapidly accessible energy reserve for the regeneration of ATP, leading to a protective neural excitability effect, showing, therefore, meaningful differences when compared with CRM.

In contrast, the male participants did not initially exhibit any significant cognitive performance improvements following supplementation. However, deeper analysis using a one-way ANOVA revealed significant enhancements in the SOFF task performance in the groups supplemented with CRM and GAA, with GAA displaying a superior efficacy. This difference could be rooted in the metabolic role of GAA, thereby

enhancing energy metabolism in high-energy demand tissues such as the brain³¹.

Furthermore, GAA may also stimulate nitric oxide production, improving cerebral blood flow, and consequently, oxygen and nutrient delivery to the brain, bolstering cognitive function³⁵.

The observed gender-based differences in the responses to GAA supplementation underscore the role of physiological characteristics and gender-specific creatine distribution in influencing cognitive performance. The evidence that females, typically characterized by lower upper body creatine levels²⁵, may stand to benefit more from GAA supplementation, stresses the potential utility of gender-tailored supplementation strategies in sports performance. Our findings invite us to hypothesize that GAA may also be superior to CRM to facilitate cognitive recovery in basketball players who are typically exposed to chronic mental fatigue, such as sleep deprivation. However, new research lines would be necessary to support this hypothesis.

This article acknowledges limitations, including a small sample size, challenging to increase in elite sports and amid the COVID-19 pandemic. Despite this, the study's strength lies in its real-world setting during the 2020-2022 competitive period, adding ecological validity to the GAA and CRM behavior analysis. A notable drawback is the inability to track women's hormonal phases, yet the research still contributes valuable insights for female basketball players. The study duration was limited to four weeks.

The study's findings are relevant for high-level sports requiring quick results. While it didn't use biological techniques like blood tests for primary outcomes, it utilized non-invasive, cost-effective methods for assessing nutritional interventions. A key strength is the study's ecological validity and its replicable methodology, beneficial for sports scientists, trainers, nutritionists, and coaches.

Future research should focus on comparing GAA and CRM, particularly their cognitive effects, for more conclusive evidence. More studies are needed to understand GAA and CRM's impact in basketball, uncover their mechanisms, and refine supplementation strategies. It's important for researchers and sports professionals to consider gender and individual differences in exploring these supplements to enhance basketball performance.

Conclusions

GAA supplementation improved physical performance in females, notably in CMJ, handgrip strength, and medicine ball throw. CRM showed cognitive benefits for males, enhancing attention and control. Further research should examine these supplements' specific effects in basketball, considering gender differences. Thus, female players could use GAA to boost physical abilities, particularly lower body and upper body strength. Male players might also benefit from CRM and GAA's cognitive enhancements.

Conflict of interests

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

The authors declare the following financial interests/personal relationships which may be considered as potential competing interests:

- SMO serves as a member of the Scientific Advisory Board on Creatine in Health and Medicine (AlzChem LLC).
- Applied Bioenergetic Lab and Carnomed provided the GAA product for the completion of this work

Bibliography

1. Escribano-Ott I, Ibañez-Santos J. Nutrición Hospitalaria. *Nutr Hosp.* 2020;37:160-8.
2. Escribano-Ott I, Calleja-González J, Mielgo-Ayuso J. Ergo-Nutritional Intervention in Basketball: A Systematic Review. *Nutrients.* 2022;14(3):1-18.
3. Fazio C, Elder CL, Harris MM. Efficacy of Alternative Forms of Creatine Supplementation on Improving Performance and Body Composition in Healthy Subjects: A Systematic Review. *J Strength Cond Res.* 2022;36(9):2663-70.
4. Kreider RB, Jäger R, Purpura M. Bioavailability, Efficacy, Safety, and Regulatory Status of Creatine and Related Compounds: A Critical Review. *Nutrients.* 2022;14(5):1035.
5. Forbes SC, Cordingley DM, Cornish SM, Gualano B, Roschel H, Ostojic SM, et al. *Health.* 2022;1-16.
6. Ostojic SM, Drid P, Ostojic J. Guanidinoacetic acid increases skeletal muscle creatine stores in healthy men. *Nutrition [Internet].* 2016;32(6):723-4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2015.11.006>
7. Roschel H, Gualano B, Ostojic SM, Rawson ES. Creatine supplementation and brain health. *Nutrients.* 2021;13(2):1-10.
8. Ostojic SM. Short-term GAA loading: Responders versus nonresponders analysis. *Food Sci Nutr.* 2020;8(8):4446-8.
9. Ostojic SM, Forbes SC. Perspective: Creatine, a Conditionally Essential Nutrient: Building the Case. *Adv Nutr.* 2022;13(1):34-7.
10. Ostojic SM. Safety of dietary guanidinoacetic acid: A villain of a good guy? *Nutrients.* 2022;14(1):1-9.
11. Semeredi S, Stajer V, Ostojic J, Vranes M, Ostojic SM. Guanidinoacetic acid with creatine compared with creatine alone for tissue creatine content, hyperhomocysteinemia, and exercise performance: A randomized, double-blind superiority trial. *Nutrition.* 2019;57:162-6.
12. Ostojic SM, Stojanovic M, Drid P, Hoffman JR, Sekulic D, Zenic N. Supplementation with guanidinoacetic acid in women with chronic fatigue syndrome. *Nutrients.* 2016;8(2):1-9.
13. Yokota Y, Yamada S, Yamamoto D, Kato K, Morito A, Takaoka A. Creatine Supplementation Alleviates Fatigue after Exercise through Anti-Inflammatory Action in Skeletal Muscle and Brain. *Nutraceuticals.* 2023;3(2):234-49.
14. Brini S, Boullousa D, Calleja-González J, Deletrat A. Construct validity and reliability of a new basketball multidirectional reactive repeated sprint test. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(20).
15. Mancha-Triguero D, García-Rubio J, Calleja-González J, Ibañez SJ. Physical fitness in basketball players: A systematic review. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(9):1513-25.
16. Bishop C, Jarvis P, Turner A, Balsalobre-Fernandez C. Validity and Reliability of Strategy Metrics to Assess Countermovement Jump Performance Using the Newly Developed My Jump Lab Smartphone Application. *J Hum Kinet.* 2022;83(1):185-95.
17. Cildan Uysal S, Tonak HA, Kitis A. Validity, reliability and test-retest study of Grip strength measurement in two positions with two dynamometers: Jamar® Plus and K-Force® Grip. *Hand Surg Rehabil [Internet].* 2022;41(3):305-10. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2022.02.007>
18. Stockbrugger BA, Haenel RG. Validity and Reliability of a Medicine Ball Explosive Power Test. *J Strength Cond Res.* 2001;15(4):431-8.
19. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med [Internet].* 2016;15(2):155-63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcmm.2016.02.012>
20. Takahashi S, Grove PM. Impact of acute open-skill exercise on inhibitory control and brain activation: A functional near-infrared spectroscopy study. *PLoS One [Internet].* 2023;18(3 March):1-17. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0276148>
21. Bajaj JS, Heuman DM, Sterling RK, Sanyal AJ, Siddiqui M, Matherly S, et al. Validation of EncephalApp, Smartphone-based Stroop Test, for the Diagnosis of Covert Hepatic Encephalopathy. *Physiol Behav.* 2017;176(1):139-48.
22. Pojskic H, Pagaduan J, Uzicanin E, Separovic V, Spasic M, Foretic N, et al. Reliability, validity and usefulness of a new response time test for agility-based sports: A simple vs. complex motor task. *J Sport Sci Med.* 2019;18(4):623-35.

23. Mielgo-Ayuso J, Calleja-González J, Urdampilleta A, León-Guereño P, Córdova A, Caballero-García A, *et al.* Effects of vitamin D supplementation on haematological values and muscle recovery in elite male traditional rowers. *Nutrients*. 2018;10(12).
24. Douchet T, Paizis C, Babault N. Physical Impact of a Typical Training Session with Different Volumes on the Day Preceding a Match in Academy Soccer Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(21).
25. Haizlip KM, Harrison BC, Leinwand LA. Sex-based differences in skeletal muscle kinetics and fiber-type composition. *Physiology*. 2015;30(1):30-9.
26. Bazzucchi I, Felici F, Sacchetti M. Effect of short-term creatine supplementation on neuromuscular function. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(10):1934-41.
27. Kreider RB, Kalman DS, Antonio J, Ziegenfuss TN, Wildman R, Collins R, *et al.* International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017;14(1):1-18.
28. Op 't Eijnde B, Ursø B, Richter EA, Greenhaff PL, Hespel P. Effect of oral creatine supplementation on human muscle GLUT4 protein content after immobilization. *Diabetes*. 2001;50(1):18-23.
29. Kraniou Y, Cameron-smith D, Misso M, Collier G, Hargreaves M, Cameron-smith D, *et al.* *Highlighted topics*. 2023;794-6.
30. Ostojic SM, Ratgeber L, Olah A, Betlehem J, Acs P. Guanidinoacetic acid deficiency: A new entity in clinical medicine? *Int J Med Sci*. 2020;17(16):2544-50.
31. Ostojic SM, Ostojic J, Drid P, Vranes M, Jovanov P. Dietary guanidinoacetic acid increases brain creatine levels in healthy men. *Nutrition* [Internet]. 2017;33:149-56. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2016.06.001>
32. Solis MY, Artioli GG, Gualano B. Potential of creatine in glucose management and diabetes. *Nutrients*. 2021;13(2):1-13.
33. Cao S, Geok SK, Roslan S, Sun H, Lam SK, Qian S. Mental Fatigue and Basketball Performance: A Systematic Review. *Front Psychol*. 2022;12(January):1-10.
34. Cunha RA. How does adenosine control neuronal dysfunction and neurodegeneration? *J Neurochem*. 2016;139(6):1019-55.
35. Balestrino M, Adriano E. Beyond sports: Efficacy and safety of creatine supplementation in pathological or parapsychological conditions of brain and muscle. *Med Res Rev*. 2019;39(6):2427-59.

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

Laura Gil Caselles¹, Aurelio Olmedilla Zafra²

¹Facultad de Ciencias del Deporte. Campus Mare Nostrum. Universidad de Murcia. ²Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológicos. Universidad de Murcia.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00160

Recibido: 11/06/2023

Aceptado: 21/02/2024

Resumen

Actualmente los estudios que se han llevado a cabo sobre las lesiones deportivas están centrados en su mayoría en los factores físicos como causa principal, sin embargo, la evidencia empírica muestra la importancia que ejercen los factores psicológicos. Por ello, debemos incidir en identificar aquellas variables más relevantes en torno a la lesión deportiva, es decir aquellas que puedan influir en su aparición y/o rehabilitación. Los trastornos de salud mental se han convertido en uno de los problemas más relevantes en la actualidad, y con ello, se está incrementando el riesgo de sufrir una lesión. El objetivo del presente estudio es realizar una revisión sistemática de la literatura científica para conocer que indicadores de salud mental son los que más inciden en torno a la lesión deportiva del deportista de élite. Se realizará una revisión sistemática de la literatura científica conforme a las directrices de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Para ello, se han empleado diversas bases de datos, como son: Scopus, Scielo, ResearchGate, MedlinePlus, Dialnet y Google Scholar. Los documentos seleccionados han sido 5, todos ellos artículos de revisión publicados entre 2016 y 2022. Los resultados indican que: existe relación entre la salud mental y las lesiones deportivas; la prevalencia de síntomas de salud mental en el deporte aumenta el riesgo de padecer lesiones y retrasa su rehabilitación; el número de lesiones afecta negativamente a la salud mental del deportista; las lesiones pueden aumentar el riesgo de problemas de salud mental y comportamientos adversos. En conclusión, esta revisión de revisiones muestra como los indicadores de salud mental se relacionan de manera significativa con las lesiones deportivas, y cómo su relación puede acarrear en el deportista una incorrecta recuperación y/o que esté más expuesto a sufrirla.

Palabras clave:

Salud Mental. Deportistas. Lesiones deportivas. Revisión sistemática.

Relationship between sports injuries and mental health in elite athletes: current state of the art

Summary

Currently, the studies that have been carried out on sports injuries are mostly focused on physical factors as the main cause; however, empirical evidence shows the importance of psychological factors. Therefore, we must focus on identifying the most relevant variables surrounding sports injuries, that is, those that can influence their appearance and/or rehabilitation. Mental health disorders have become one of the most relevant problems today, and with it, the risk of suffering an injury is increasing. The objective of the present study is to carry out a systematic review of the scientific literature to know which mental health indicators are the most common in relation to sports injuries in elite athletes. A systematic review of the scientific literature will be carried out in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. For this purpose, various databases have been used, such as: Scopus, Scielo, ResearchGate, MedlinePlus, Dialnet and Google Scholar. The selected documents were 6, all of them review articles published between 2016 and 2022. The results indicate that: there is a relationship between mental health and sports injuries; the prevalence of mental health symptoms in sport increases the risk of injury and delays rehabilitation; the number of injuries negatively affects the athlete's mental health; Injuries can increase the risk of mental health problems and adverse behaviors. In conclusion, this review shows how mental health indicators are significantly related to sports injuries, and how their relationship can lead to incorrect recovery for the athlete and/or being more exposed to suffering from it.

Key words:

Mental Health. Athlete. Athletic injuries. Systematic review.

Accésit a la Mejor Comunicación Oral del XIX Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte 2023

Correspondencia: Laura Gil Caselles

E-mail: laura.gilc@um.es

Introducción

El análisis de los factores psicológicos que pueden influir en el rendimiento del deportista ha de ser objeto de estudio, ya que, en la actualidad hay una creciente variante en este sector y debemos tener en cuenta que cada año más deportista manifiestan tener problemas de salud mental¹.

La práctica deportiva y el ejercicio físico pueden ser actividades beneficiosas para prevenir, incluso para tratar, los síntomas de trastornos mentales^{2,3}. Sin embargo, a veces deportistas de élite parecen ser especialmente susceptibles a presentar trastornos mentales comunes^{4,5} y en los últimos años parece aumentar considerablemente el número de deportistas que sufren algún trastorno emocional.

Consecuentemente, la literatura científica muestra la gran importancia que los factores psicológicos tienen, tanto en el riesgo de lesionarse, como en la recuperación de la lesión^{6,7}. Así, como la evaluación del funcionamiento psicológico en una dimensión que cada vez se integra más en la preparación global del deportista en su proceso de formación⁸.

Las condiciones mentales de un deportista deben ser abordadas en todo el transcurso de su vida deportiva para que su rendimiento sea óptimo y para evitar lesiones⁹. Durante la carrera deportiva de un deportista, son varios los indicadores de salud mental que se manifiestan, entre ellos, los factores de estrés genéricos y específicos del deporte que puede aumentar el riesgo de síntomas y trastornos de salud mental.

Los investigadores de psicología del deporte han acordado unánimemente que el deporte en todos sus niveles de ejecución expone al deportista a altos niveles de estrés y ansiedad¹⁰.

Numerosos estudios e investigaciones han manifestado que los deportistas de élite, tanto los que actualmente compiten como los retirados, están asociados con el deterioro de la salud mental, en particular la depresión¹¹.

Finalmente, se han de utilizar herramientas para reconocer la salud mental de los deportistas y facilitar la detección temprana de sus síntomas y abordarlos de manera locuaz. La justificación de esta revisión viene precedida porque no hay ninguna revisión que contemple la salud mental globalmente con las lesiones deportivas en los deportistas de élite, sin embargo, si hay muchos estudios parciales por lo que resulta necesario realizar esta revisión para aportar el estado actual del problema científico y que necesidades de investigación futura podemos llevar a cabo, así como las recomendaciones de intervención psicológica.

El objetivo general del presente estudio es realizar una revisión sistemática de la literatura científica para conocer que indicadores de salud mental son los que más inciden en torno a la lesión deportiva del deportista de élite. Más concretamente: los estudios que analizan la relación entre indicadores de salud mental y su relación con la vulnerabilidad del deportista a lesionarse; y, los estudios que analizan la relación entre la lesión deportiva y su afectación en los indicadores de salud mental del deportista.

Material y método

Diseño y estrategia de búsqueda

Para llevar a cabo este estudio, se han seleccionado artículos de revisión; revisión sistemática, metaanálisis y revisión narrativa. Referente al idioma, destacan documentos tanto en español como en inglés.

En el presente artículo se realiza una revisión sistemática de literatura científica conforme a las directrices de *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), para darle mayor consistencia y rigor científico.

Las palabras claves empleadas son las siguientes: *lesiones deportistas, revisión sistemática, deportistas élite, salud mental*. Asimismo, los términos en inglés son: *athletic injuries, systematic review, athletes, mental health*. Para combinarlos se ha escogido como operadores booleanos *and/y*. Por último, se ha seleccionado un total de 28 documentos de las diversas bases de datos publicados entre 2016 y 2023 (Tabla 1).

Criterios de inclusión y exclusión

Para llevar a cabo la revisión sistemática, se han tenido en cuenta una serie de criterios de inclusión y de exclusión. Con relación a los primeros, estos son los siguientes:

- Artículos de revisión publicados entre 2016 y 2023.
- Artículos de revisión escritos en español o inglés.
- Los artículos deben contener un apartado con la metodología.
- El tema principal de los documentos tiene que ser lesiones deportivas y salud mental en deportistas élite.

Asimismo, se han excluido libros, informes, artículos empíricos, elaboraciones de consenso y tesis. En la Figura 1 se muestra un diagrama de flujo con el proceso de selección de los documentos para la revisión sistemática.

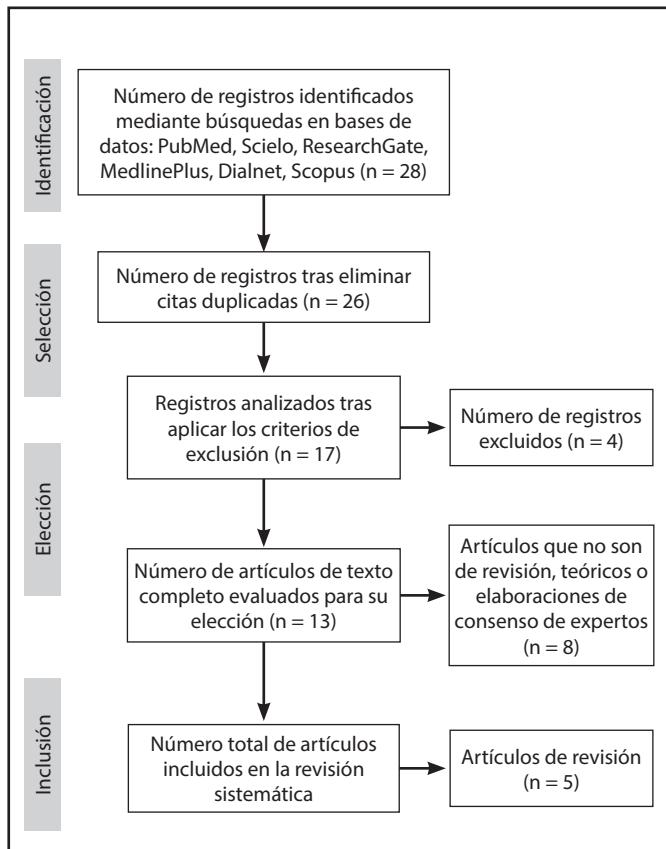
Selección de estudios y extracción de datos

Determinamos la elegibilidad del estudio en dos pasos. El paso 1, se recopilaron un total de 28 citas potencialmente relevantes. Se eliminaron 2 de ellas por duplicidad y quedaron un total de 26 citas. En el paso 2, aplicamos los criterios de exclusión y eliminamos 9 de las citas, después evaluamos y revisamos los estudios con el texto completo. La verificación de los artículos dio lugar a la eliminación de 4 citas más por no tener acceso al texto completo, por tanto, no se le pudo dar una relevancia adicional. En consecuencia, nuestra revisión sistemática incluye

Tabla 1. Base de datos consultadas.

Bases de datos	Nº Resultados obtenidos	Nº trabajos relacionados	Palabras clave utilizadas
Google académico	38	7	Salud mental y lesiones deportivas
Dialnet	12	4	Salud mental y lesiones deportivas
MedlinePlus	8	3	Salud mental, lesiones deportivas, deportistas élite
PubMed	15	4	Mental health and sport injuries
Scielo	21	2	Mental health and sport injuries
Scopus	26	8	Mental health and sport injuries

Figura 1. Diagrama de flujo.



5 estudios originales que aportan evidencia sobre la salud mental en el deporte y su relación con las lesiones deportivas.

En cada artículo original revisado se buscó información sobre: autor, año de publicación, tamaño de la muestra, edad de los sujetos, características de la intervención (grupos, tipo de actividad, componentes, duración del programa, número de sesiones y su duración, instrumentos de medida y resultados obtenidos).

Evaluación de la calidad del estudio

Se evaluó la calidad metodológica de todos los estudios primarios incluidos. Basado en una herramienta de evaluación de calidad utilizada anteriormente¹² y recomendaciones generales para evaluar la calidad de los estudios primarios, desarrollamos un instrumento para la evaluación de la calidad diseñado específicamente para la presente revisión. Incluimos las siguientes dimensiones de calidad: (I) medición del perfeccionismo multidimensional, (II) tamaño de la muestra, (III) diseño de la investigación, (IV) indicadores de salud mental, (V) historial de lesiones, (VI) diseño de la muestra.

Resultados

En la Tabla 2, se muestra la selección de artículos para su revisión. Con ello, podremos contemplar la evidencia científica disponible tanto

cuantitativa como cualitativamente, además, su análisis nos servirá para conocer lo observado y poder aportar nuestros propios resultados, los cuales deben verificar la relación entre la salud mental y las lesiones deportivas en los deportistas de élite.

Discusión

El objetivo del presente estudio ha sido analizar el actual cuerpo de conocimiento de la relación entre lesiones deportivas y salud mental en deportistas de élite. Concretamente:

1. Determinar que estudios analizar la relación de la salud mental con la vulnerabilidad del deportista a lesionarse.
2. Analizar la relación de la lesión deportiva y su afectación a la salud mental del deportista.

Los resultados permiten reafirmar que las lesiones constituyen un problema fundamental en el deporte por su epidemiología, reflejando un alto porcentaje de ocurrencia, lo cual muestra que las mismas constituyen un fenómeno inherente a la práctica deportiva tal y como refiere la literatura científica especializada¹³ por lo que su estudio debe constituir un aspecto fundamental para los procesos de entrenamientos y competencias.

Respecto al primer objetivo, los resultados de la revisión realizada indican que se observa una relación entre la salud mental y las lesiones deportivas^{14,15}. Rice³ nos sugiere de la necesidad de facilitar un servicio de salud mental para los deportistas de élite. De los 5 artículos analizados, encontramos que los indicadores de salud mental (sueño, ansiedad, estrés, trastornos alimentarios, ...) impactan en el deportista aumentando su vulnerabilidad a la lesión y a padecer problemas de salud mental¹⁶, ya que, estos proporcionan información útil para prevenir e intervenir en su aparición o minorar el agrave de la lesión deportiva^{16,17}. Si un deportista se lesiona, estos factores aumentan, ya que está demostrado que la salud mental desempeña un papel muy importante en la respuesta, rehabilitación y recuperación de la lesión del deportista^{18,19}.

Algunos autores como Åkesdotter²⁰ y Rice³, han señalado factores de riesgo relacionados con la práctica deportiva de alto nivel, como el sobreentrenamiento, agotamiento, lesiones y excesiva preocupación por el peso corporal, además de factores genéticos y ambientales e incluyen otros como el fracaso competitivo, el dolor o la conmoción cerebral, entre otros. De hecho, en el estudio de Goutterborge² se señala que los deportistas pueden llegar a enfrentarse a 600 factores de estrés diferentes, como acontecimientos vitales adversos, conflictos con el entrenador, insatisfacción profesional, que pueden desembocar en patologías psicológicas. Por otro lado, Broodryk²¹ y demás autores, estudiaron los efectos de la competición sobre el estrés, el estado de ánimo y la ansiedad en jugadoras de fútbol encontrando que las variables fisiológicas y psicológicas se combinan para contribuir a la respuesta de estrés durante la competición, por lo que es importante concentrarse en actividades de alta intensidad y minimizar la fatiga, ya que ambas están asociadas con niveles elevados de cortisol y estados de ánimo negativos.

Respecto al segundo objetivo, autores como Olmedilla²² afirman que los futbolistas después de haber sufrido una lesión manifestaban niveles superiores de depresión, ansiedad cognitiva y ansiedad somática

Tabla 2. Revisiones.

Reardon, <i>et al.</i> 2019. Varios países					
Objetivo	Diseño	Sistema de recolección de datos	Muestra	Test estadístico	Hallazgos principales
Promover un enfoque más estandarizado y basado en evidencia para los síntomas y trastornos de salud mental en deportistas de élite, un grupo de trabajo de consenso del comité olímpico internacional evaluó críticamente el estado actual de la ciencia y brindó recomendaciones.	Revisión sistemática	Se utilizó las bases de datos PubMed, SportDiscus, PSyclINFO, Scopus, Cochrane y cualquier base de datos adicional considerado relevante	Panel de expertos, compuesto por 23 personas de 13 países con experiencia en la salud mental de los deportistas de élite.	Ninguno	El estado actual de la ciencia de la salud mental en los deportistas de élite sugiere: que hay falta de acceso a los servicios de salud mental; se necesita más investigación y recomendaciones posteriores para la detección ampliada de la salud mental de los deportistas de élite. En este contexto, se debe considerar el impacto del sueño en la recuperación y en la preparación óptima; estrategias de prevención adicionales para los síntomas y trastornos de salud mental.
Rice, <i>et al.</i> 2019. Varios países					
Objetivo	Diseño	Sistema de recolección de datos	Muestra	Test estadístico	Hallazgos principales
Identificar y cuantificar los determinantes de los síntomas y trastornos de ansiedad experimentados por los deportistas de élite.	Revisión sistemática y metaanálisis según la guía PRISMA	Estrategia de búsqueda sistemática La búsqueda se ejecutó en las bases de datos PubMed, SportDiscus, PSyclINFO, Scopus y Cochrane	Se incluyeron 61 estudios en la revisión sistemática y 27 de ellos eran adecuados para metaanálisis.	Se obtuvieron datos sin procesar (media, SD y n) para los determinantes de la ansiedad. Los tamaños generales del efecto se estimaron mediante la diferencia estandarizada de medias.	Los determinantes de la ansiedad en las poblaciones de élite reflejan ampliamente los experimentados por la población general. Los médicos deben ser conscientes de estos determinantes generales y específicos de la ansiedad entre los deportistas de élite.
Rice, <i>et al.</i> 2018. Australia					
Objetivo	Diseño	Sistema de recolección de datos	Muestra	Test estadístico	Hallazgos principales
Evaluar la base de evidencia con respecto a la asociación entre la conmoción cerebral relacionada con el deporte y los resultados de salud mental en deportistas que compiten a nivel profesional y de élite.	Revisión sistemática según la guía PRISMA	Se buscó en 6 bases de datos: PubMed, EMBASE, SportDiscus, PSyclINFO, Cochrane y Cinahí	27 estudios	Ninguno	La evidencia actual sugiere un vínculo entre la conmoción cerebral relacionada con el deporte y los síntomas de depresión en los deportistas de élite. La causalidad no se puede determinar en esta etapa de la investigación debido a la falta de estudios prospectivos bien diseñados. Se requiere más investigación que considere una gama de resultados de salud mental en diversas muestras de deportistas/deportes de élite.
Souter, <i>et al.</i> 2018. UK					
Objetivo	Diseño	Sistema de recolección de datos	Muestra	Test estadístico	Hallazgos principales
Explorar los problemas que afectan a hombres y salud mental en el contexto del deporte de élite.	Revisión literatura	No reportado	Revisión de las áreas: lesiones, estrés, depresión, ansiedad, sobreentrenamiento, trastornos alimentarios...	Ninguno	Los principales eventos negativos de la vida, incluidas las lesiones, pueden aumentar el riesgo de problemas de salud mental en los deportistas de élite. Cuando los hombres sufren emocionalmente puede aumentar el riesgo de lesiones. Y como sugiere la literatura, las lesiones pueden aumentar el riesgo de problemas de salud mental y comportamientos adversos.

(continúa)

Tabla 2. Revisiones (continuación).

Putukian M, et al. 2016. Estados Unidos					
Objetivo	Diseño	Sistema de recolección de datos	Muestra	Test estadístico	Hallazgos principales
Conocer el estado actual del conocimiento sobre la respuesta psicológica a una lesión para dirigir al atleta lesionado a un proveedor de atención de salud mental, si corresponde.	Revisión narrativa	No reportado	Deportistas de elite de 16 a 23 años	Ninguno	La respuesta psicológica a la lesión puede desencadenar problemas de salud mental más graves, como depresión, ansiedad, trastornos alimentarios y consumo de sustancias. Hay obstáculos para el tratamiento de los problemas de salud mental en los deportistas, y los entrenadores de atletismo, los médicos de los equipos y otros proveedores de atención médica juegan un papel esencial en el reconocimiento e identificación de los deportistas en riesgo de problemas de salud mental.

y con ello, se muestra que existe una influencia de la lesión en el estado de ánimo y en la ansiedad precompetitiva.

Todos los procesos por los que pasa un deportista lesionado suponen un esfuerzo adaptativo en el que vivirá situaciones específicas de superación, sin la capacidad física habitual sobre todo en los deportistas de élite, acostumbrados a que el deporte sea parte de vida y de su día a día. Tras una lesión deportiva, se pueden dar diversas conductas negativas como el aislarse, no acudir al profesional adecuado, la no adherencia o el dolor²³, conductas que se pueden controlar una vez ocurrida la lesión. De este modo, igual que el estrés hace a la persona más vulnerable a la lesión, la propia lesión hace al sujeto más frágil ante la posibilidad de sufrir estrés²⁴⁻²⁶. Además del estrés, otros procesos psicológicos y emocionales se asocian a las lesiones deportivas e influyen directamente en el proceso de rehabilitación del deportista²⁷.

En el estudio de Zurita, et al., se reafirma que las lesiones constituyen un problema fundamental en el deporte por su epidemiología, reflejando un alto porcentaje de ocurrencia, lo cual muestra que las mismas constituyen un fenómeno inherente a la práctica deportiva tal y como refiere la literatura científica especializada^{28,29}.

En resumidas cuentas, en muchas publicaciones hemos podido esclarecer como los términos “salud mental”, “ansiedad”, “calidad del sueño”, “depresión” y “estrés”, son mencionados por los deportistas, entrenadores y familiares en el ámbito deportivo con relación al malestar del deportista a nivel psicológico y físico.

Conclusiones

Esta revisión sistemática muestra como las lesiones deportivas afectan de manera significativa en la salud mental, y como su relación puede acarrear en el deportista una incorrecta recuperación y/o esté más expuesta a sufrirla. La salud mental es primordial para el correcto desarrollo del deportista y es vital para su rendimiento. Por otro lado, hemos podido detectar como los estudios han investigado algunos de sus indicadores por separado (estrés y lesiones, ansiedad y lesiones, calidad del sueño y lesiones, depresión y lesiones) pero no en conjunto. Hemos de observar la salud mental de manera global y analizar sus indi-

cadore, ya que, el estrés conlleva ansiedad, la ansiedad puede acabar en depresión y todo ello acarrea en un mal descanso e incorrecta recuperación por la falta de calidad del sueño ante el estado de intranquilidad que el deportista puede manifestar. Finalmente, debemos fortalecer la salud mental del deportista e intervenir antes de que esta aparezca con programas de prevención y utilizando al psicólogo deportivo como herramienta fundamental para combatirlo y/o tratarlo.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Gouttebarga V, Backx FJG, Aoki H, Kerkhoffs GMMJ. Symptoms of common mental disorders in professional football (soccer) across five European countries. *J Sports Sci Med*. 2015;14:811–8.
- Gouttebarga V, Aoki H, Lambert M, Stewart W, Kerkhoffs G. A history of concussions is associated with symptoms of common mental disorders in former male professional athletes across a range of sports. *Br J Sports Med*. 2017;51:324.2–324.
- Rice SM, Gwyther K, Santesteban-Echarri O, Baron D, Gorczynski P, Gouttebarga V, et al. Determinants of anxiety in elite athletes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2019;53:722–30.
- Foskett RL, Longstaff F. The mental health of elite athletes in the United Kingdom. *J Sci Med Sport*. 2018;21:765–70.
- Kilic Ö, Aoki H, Haagensen R, Jensen C, Johnson U, Kerkhoffs GMMJ, et al. Symptoms of common mental disorders and related stressors in Danish professional football and handball. *EJSS (Champaign)*. 2017;17:1328-34.
- Salim J, Wadey R. Using gratitude to promote sport injury-related growth. *J Appl Sport Psychol*. 2021;33:131-50.
- Wadey R, Roy-Davis K, Evans L, Howells K, Salim J, Diss C. Sport psychology consultants' perspectives on facilitating sport-injury-related growth. *Sport Psychol*. 2019;33:244-55.
- Sonesson S, Kvist J, Ardem C, Österberg A, Silbernagel KG. Psychological factors are important to return to pre-injury sport activity after anterior cruciate ligament reconstruction: expect and motivate to satisfy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25:1375-84.
- Fossati C, Torre G, Vasta S, Giombini A, Quaranta F, Papalia R, et al. Physical exercise and mental health: The routes of a reciprocal relation. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:12364.
- Ford J, Ildefonso K, Jones M, Arvinen-Barrow M. Sport-related anxiety: current insights. *Open Access J Sports Med*. 2017;8:205-12.

11. Rice S, Parker A, Rosenbaum S, Bailey A, Mawren D, & Purcell R. Sport-related concussion and mental health outcomes in elite athletes: a systematic review. *Sports medicine*. 2018;48:447-465.
12. Grugan MC, Hill AP, Madigan DJ, Donachie TC, Olsson LF, Etherson ME. Perfectionism in academically gifted students: A systematic review. *Educ Psychol Rev*. 2021;33:1631-73.
13. Pujals C, Rubio VJ, Márquez MO, Sánchez-Iglesias I, Ruiz R. Comparative sport injury epidemiological study on a Spanish sample of 25 different sports. *Journal of Sport Psychology*. 2016;25:271-9.
14. Haugen E. Athlete mental health & psychological impact of sport injury. *Oper Tech Sports Med*. 2022;30:150898.
15. Souter G, Lewis R, Serrant L. Men, mental health, and elite sport: a narrative review. *Sports Med Open*. 2018;4:57.
16. Putukian M. The psychological response to injury in student athletes: a narrative review with a focus on mental health. *Br J Sports Med*. 2016;50:145-8.
17. Garit, JR, Surita YP, Zafra AO, Gómez-Espejo V. Psicología y lesiones deportivas: un estudio en lanzadores de béisbol. *Cuad Psicol Deporte*. 2021;21(1):102-118.
18. Cox R. *Psicología del deporte: conceptos y sus aplicaciones*. Ed. Médica Panamericana. 2008.
19. Weinberg RS, Gould D. *Foundations of sport and exercise psychology*. 2023.
20. Åkesdotter C, Kenttä G, Eloranta S, Franck J. The prevalence of mental health problems in elite athletes. *J Sci Med Sport*. 2020;23:329-35.
21. Broodryk A, Pienaar C, Edwards D, Sparks M. Effects of a soccer tournament on the psychohormonal states of collegiate female players. *J Strength Cond Res*. 2021;35: 1873-84.
22. Olmedilla A, Ortega E, Gómez JM. Influencia de la lesión deportiva en los cambios del estado de ánimo y de la ansiedad precompetitiva en futbolistas. *Cuad Psicol Deporte*. 2014;14:55-62.
23. Moo JC, Góngora EA. La lesión deportiva desde una perspectiva psicológica positiva en Yucatán (México). *Enseñanza e Investigación en Psicología*. 2017;22:127-134.
24. Ortín EJ, Garcés de los Fayos EJ, Olmedilla A. Influencia de los factores psicológicos en las lesiones deportivas. *Papeles del Psicol*. 2010;31:143-54.
25. Schinke RJ, Stambulova NB, Si G, Moore Z. International society of sport psychology position stand: Athletes' mental health, performance, and development. *Int J Sport Exerc Psychol*. 2018;16:622-39.
26. Wadey R, Day M, Cavallerio F, Martinelli L. Multilevel Model of Sport Injury (MMSI): can coaches impact and be impacted by injury? En: En R, Thelwell M, editores. *Professional Advances in Sports Coaching*. 2018.
27. Abenza L, Olmedilla A, Ortega E, Ato M, García-Mas A. Analysis of the relationship between mood states and adherence behavior in injured athletes. *Anales de Psicología*. 26(1):159-68.
28. García C, Albaladejo R, Villanueva R, Navarro E. Deporte de ocio en España: epidemiología de las lesiones y sus consecuencias *Apunts Educ. Fis. Deporte*. 2015;119:62-70.
29. Padegimas EM, Stepan JG, Stoker GE, Polites GM, Brophy RH. Epidemiology and severity of sports and recreation injuries presenting to a tertiary adult emergency department. *Phys Sportsmed*. 2016;44:263-8.

Asociación entre la fuerza excéntrica de isquiotibiales con historia de lesión en miembros inferiores de atletas colombianos de alto rendimiento

Javier F. Bonilla-Briceño¹, Brayan E. Patiño-Palma², Mauricio Serrato Roa³

¹Biólogo. MSc en Fisiología. Médico con Especialidad en Medicina del Deporte. Fundación Universitaria Sanmartín. Bogotá, Colombia. ²Fisioterapeuta. MSc en Actividad Física y Deporte. Especialista en Estadística Aplicada. Fundación Universidad del Área Andina. Pereira, Colombia. ³Médico con Especialidad en Medicina del Deporte. Director de la Especialidad en Medicina del Deporte. Departamento de Medicina Interna. Escuela de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00161

Recibido: 24/05/2023
Aceptado: 10/02/2024

Resumen

La principal causa de lesión de los deportistas es de origen muscular y de todas la de los isquiotibiales es la más importante. La inadecuada fuerza excéntrica de éstos es un factor que se relaciona con lesión de miembros inferiores. En el Centro de Ciencias del Deporte del Ministerio del Deporte se evalúa la fuerza excéntrica de los isquiotibiales con el test Nórdico. En Colombia, no se sabe si esta se relaciona con lesión de miembros inferiores en los diferentes deportistas de alto rendimiento de talla mundial que allí asisten. Se planteó un trabajo descriptivo con enfoque cuantitativo y fase analítica evaluando las historias clínicas preparticipativas de 195 deportistas a los que se les realizó el test Nórdico durante el año 2021. Los deportistas analizados 56% fueron hombres, con edades para ambos sexos en promedio de 21,5 años, con índices de masa corporal de aproximadamente 22,1 k/m². La lesión más frecuente en miembros inferiores fue la muscular (38,5%), seguida por las tendinopatías (27%). De la muscular, los isquiotibiales se lesionaron en el 69%. Se encontró un promedio de fuerza máxima para el total de deportistas de 292,4 ± 67,06 N y una fuerza relativa de 4,52 ± 1 N/kg. Con los análisis bivariados se evidencia una asociación entre la presencia de lesión y menor fuerza máxima excéntrica de isquiotibiales para ambos sexos. Además, se encontró que las asimetrías menores al 15% de la fuerza máxima excéntrica de isquiotibiales se asociaron con menor presencia de lesión. A partir de un análisis multivariado se construyeron las curvas de referencia normativas para peso, sexo, fuerza excéntrica máxima de estos deportistas. Se aporta al vacío conceptual del comportamiento de la fuerza excéntrica de isquiotibiales y su relación con la presencia de lesión de miembros inferiores en diferentes atletas elite colombianos.

Palabras clave:

Deportes. Rendimiento.
Lesión de extremidades.
Isquiotibiales. Fuerza. Excéntrica.

Association between of eccentric hamstring strength with history of lower limb injury in high-performance Colombian athletes

Summary

The main cause of injury in athletes is of muscular origin and of all those of the hamstrings it is the most important. The inadequate eccentric strength of these is a factor that is related to lower limb injuries. At the Sports Science Center of the Ministry of Sports, the eccentric strength of the hamstrings is evaluated with the Nordic test. In Colombia, it is not known if this is related to lower limb injuries in the different world-class high-performance athletes who attend there. A descriptive work was proposed with a quantitative approach and analytical phase, evaluating the pre-participation medical records of 195 athletes who underwent the Nordic test during the year 2021. The athletes analyzed were 56% men, with ages for both sexes on average of 21.5 years, with body mass indexes of approximately 22.1 k/m². The most frequent injury to the lower limbs was muscle (38.5%), followed by tendinopathies (27%). Of the muscle, the hamstrings were injured in 69%. An average maximum force was found for all athletes of 292.4 ± 67.06 N and a relative force of 4.52 ± 1 N/kg. The bivariate analyzes show an association between the presence of injury and lower maximum eccentric hamstring strength for both sexes. Furthermore, it was found that asymmetries less than 15% of the maximum eccentric hamstring strength were associated with a lower presence of injury. From a multivariate analysis, normative reference curves were constructed for weight, sex, and maximum eccentric strength of these athletes. It contributes to the conceptual gap of the behavior of eccentric hamstring strength and its relationship with the presence of lower limb injuries in different Colombian elite athletes.

Key words:

Sports. Performance. Leg injuries.
Hamstrings. Strength. Eccentric.

Premio SEMED a la Investigación 2023

Correspondencia: Javier F. Bonilla-Briceño
E-mail: fbonillaj@unal.edu.co

Introducción

El tejido muscular esquelético en el humano no deportista ocupa, del peso corporal, cerca del 40% al 50% en hombres y 25% al 35% en mujeres. Pero en deportistas suele ser muy superior llegando a ser en levantadores de pesas hasta del 65%¹. En este sentido, los deportistas producto del número de horas de entrenamiento o competencia diarias, tienen una alta susceptibilidad de lesión donde el tejido más frecuentemente comprometido es el muscular^{2,3}. Ahora bien, la susceptibilidad de cada grupo muscular dependerá de las características y de las exigencias del deporte específico que se practica^{2,4,5}.

La lesión muscular en los atletas se asocia a muchos factores de riesgo. En una buena proporción de deportes ésta se presenta en miembros inferiores principalmente la de isquiotibiales, llamando demasiado la atención por la alta incidencia y prevalencia. Teniendo en cuenta lo anterior, la lesión muscular de isquiotibiales (LMI) ha sido de gran interés en la comunidad científica debido a la evidencia que destaca su alta ocurrencia especialmente en deportes de conjunto^{3,6,7}. Esta lesión representaba el 12% de todas las lesiones notificadas por 17 equipos de las diferentes ligas europeas de fútbol en la primera década de éste siglo⁶, pero se duplicó al 24% más recientemente para las temporadas del 2016-2021⁸, además es el 16% en rugby⁹ y el 13% en fútbol australiano¹⁰ generándoles a los diferentes clubes deportivos un alto costo financiero provenientes no solo de la rehabilitación y salario de los jugadores, sino también de la falta de disponibilidad de estos atletas en momentos claves los cuales no son elegibles debido a una lesión⁶. Adicionalmente, lo cual agrava el problema, se ha reportado una recurrencia de hasta del 18% a dos meses⁸.

Al ser un evento multicausal, se busca cómo y en qué medida para cada deporte y grupo poblacional algún factor de riesgo puede incidir en mayor medida. Tal es el caso de la falta de fuerza excéntrica, ya que ha sido identificada como un factor de riesgo para la lesión muscular, especialmente en aquellos deportes con demandas de carreras de alta intensidad como en el fútbol¹¹ y baloncesto¹². En la actualidad se han desarrollado diferentes dispositivos para la evaluación de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales que supera las limitaciones de la dinamometría isocinética¹³, uno de estos es el NordBord de la casa comercial VALD Performance®. Con el ejercicio Nórdico, el dispositivo puede registrar la fuerza excéntrica máxima de los isquiotibiales y los desequilibrios entre las extremidades, con un tiempo de evaluación de menos de 5 minutos por atleta. Aunque este dispositivo es una medida confiable de las fuerzas excéntricas de flexión de la rodilla durante el ejercicio nórdico de isquiotibiales¹³, actualmente no hay literatura que examine si las medidas derivadas de este dispositivo predicen el riesgo de HSI futuro de un atleta, pero si se reconoce, al entrenar con este ejercicio, como un factor que reduce el riesgo de lesión¹⁴.

El ejercicio nórdico utilizado para trabajar de manera excéntrica los isquiotibiales, es en la actualidad uno de los ejercicios más estudiados en la literatura estableciéndolo como un ejercicio apropiado para la prevención de HSI^{14,15}, y podría esperarse razonablemente que la medición de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales durante este ejercicio pueda proporcionar alguna información sobre el riesgo de HSI en el futuro.

Finalmente, el objetivo de este estudio fue determinar si la magnitud de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales y el desequilibrio de la misma entre las extremidades se asocia con el antecedente de lesión en atletas de alto rendimiento de diferentes disciplinas deportivas. Además, se pretendió determinar los valores de referencia para la fuerza excéntrica en este tipo de población. La hipótesis principal fue que los atletas que sufrieron un LMI mostrarían niveles más bajos de fuerza y mayores desequilibrios entre las extremidades en la fuerza excéntrica de los isquiotibiales en comparación con sus contrapartes sin antecedente de lesión.

Material y método

Se propone un estudio de tipo retrospectivo bajo un enfoque cuantitativo con una fase analítica el cual fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Nacional de Colombia bajo el acta 018-165 del 29 de septiembre del 2021. Se analizaron todas las evaluaciones preparticipativas de los deportistas de alto rendimiento que asistieron al Centro de Ciencias del Deporte del Ministerio Colombiano del Deporte durante el periodo del 1 de enero al 30 de noviembre del 2021.

De las 350 valoraciones pre-participativas se seleccionaron 198 registros pues contaban con los antecedentes detallados de lesión, resultados completos del test nórdico, y el diagnóstico médico establecido por ortopedia y/o medicina del deporte en aquellos atletas con antecedente lesivo.

Valoración de la fuerza excéntrica de isquiotibiales

La evaluación de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales se determinó a través del NordBord Hamstring Testing System de VALD® Performance. Los participantes se arrodillaron en la base del NordBord, con los tobillos asegurados inmediatamente por encima de los maléolos laterales mediante tobilleras individuales que se unen a celdas de carga uniaxiales del dispositivo. Después de una serie de calentamiento, los participantes realizaron una serie de tres repeticiones máximas del ejercicio nórdico, con descansos de 20 segundos entre los diferentes intentos. Las instrucciones para los atletas eran inclinarse gradualmente hacia adelante a la velocidad más lenta posible mientras resistían al máximo este movimiento con ambas piernas, manteniendo el tronco y las caderas en una posición neutral y las manos cruzadas sobre el pecho¹³. Se exhortó en voz alta a los participantes a realizar el máximo esfuerzo en cada repetición. Una prueba se consideró aceptable cuando la producción de fuerza alcanzó un pico definido (indicativo de la fuerza excéntrica máxima), seguido de una rápida disminución de la fuerza, la cual ocurría cuando el atleta ya no podía aplicar o generar más fuerza.

Análisis de datos

Los datos de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales para cada extremidad fueron exportados desde la plataforma *online* de VALD Performance® donde se logra identificar la fuerza pico para las tres repeticiones de cada extremidad (izquierda y derecha). La fuerza excéntrica de los isquiotibiales, fue informada términos absolutos (N) y relativos a la masa corporal (N·kg⁻¹), lo anterior, favoreció que se determinara

como el promedio de las fuerzas máximas de las tres repeticiones para cada extremidad¹³.

El desequilibrio entre las extremidades en la fuerza excéntrica de los isquiotibiales se calculó como una proporción de las diferencias de fuerza entre las extremidades (izquierda y derecha). Lo anterior se llevó a cabo según lo recomendado por Impellizeri, et al.¹⁶. Los desequilibrios porcentuales negativos indicaban que la extremidad izquierda era más fuerte que la extremidad derecha, situación contraria sucedía si los datos eran positivos.

Análisis estadístico

Se determinaron medidas de tendencia central y dispersión para aquellas variables de naturaleza cuantitativa y distribuciones de frecuencias para aquellas variables de naturaleza categórica o cualitativa, lo anterior con sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Se realizó un análisis bivariado con el fin de comparar la edad, la altura, el peso, el porcentaje de desequilibrio entre las extremidades y la fuerza excéntrica entre los deportistas con y sin antecedente de lesión. Para determinar las diferencias se utiliza los estadísticos T student y U Mann de Whitney según la distribución de los datos a analizar, lo anterior fue determinado mediante el estadístico Kolmogorov-Smirnov.

La magnitud del efecto para las diferencias encontradas se calculó mediante el estadístico D de Cohen el cual fue determinado con el software G Power versión 3.1. Para el análisis de éste, se utilizó la siguiente convención: valores debajo de 0,20 se consideraron como no existencia del efecto, de 0,21 a 0,49 hace referencia a un efecto pequeño, de 0,5 a 0,7 indica un efecto moderado y finalmente valores mayores a 0,8 señalan un efecto grande¹⁷.

Al final, los valores de referencia propuestos en este estudio fueron contruidos a partir de la distribución Box-Cox Cole and Green (BCCG), mediante el método conocido como mínimos cuadrados¹⁸, que se encuentra en la biblioteca de modelos aditivos generalizados por ubicación, escala y forma¹⁹ en el software estadístico R Studio.

Resultados

Las características propias de los deportistas evaluados se describen en la Tabla 1. En resumen, la muestra estuvo conformada en mayor medida por deportistas masculinos, edad promedio de 21 ± 4,6 años, talla promedio de 171,9 ± 9,5 centímetros, peso promedio de 65,7 ± 12,8 kilogramos y un índice de masa corporal (IMC) de 22,1 ± 3,0 kg/m².

Se incluyeron en el análisis diferentes modalidades deportivas, sin embargo, fueron los deportes de atletismo, voleibol y ultimate (73,7%) los que más aportaron en la muestra del presente estudio.

Finalmente, en 97 de las 198 valoraciones preparticipativas revisadas se reportaron antecedentes de lesión en miembros inferiores siendo la lesión muscular la más prevalente (38,5%) seguida de las tendinopatías (27%).

En la Figura 1 se muestra el comportamiento de la fuerza pico o fuerza máxima, fuerza relativa máxima y asimetría con respecto al antecedente de lesión y el sexo. Se evidencia gráficamente que el género masculino presenta mayores niveles de fuerza y valores similares de

Tabla 1. Característica de la muestra.

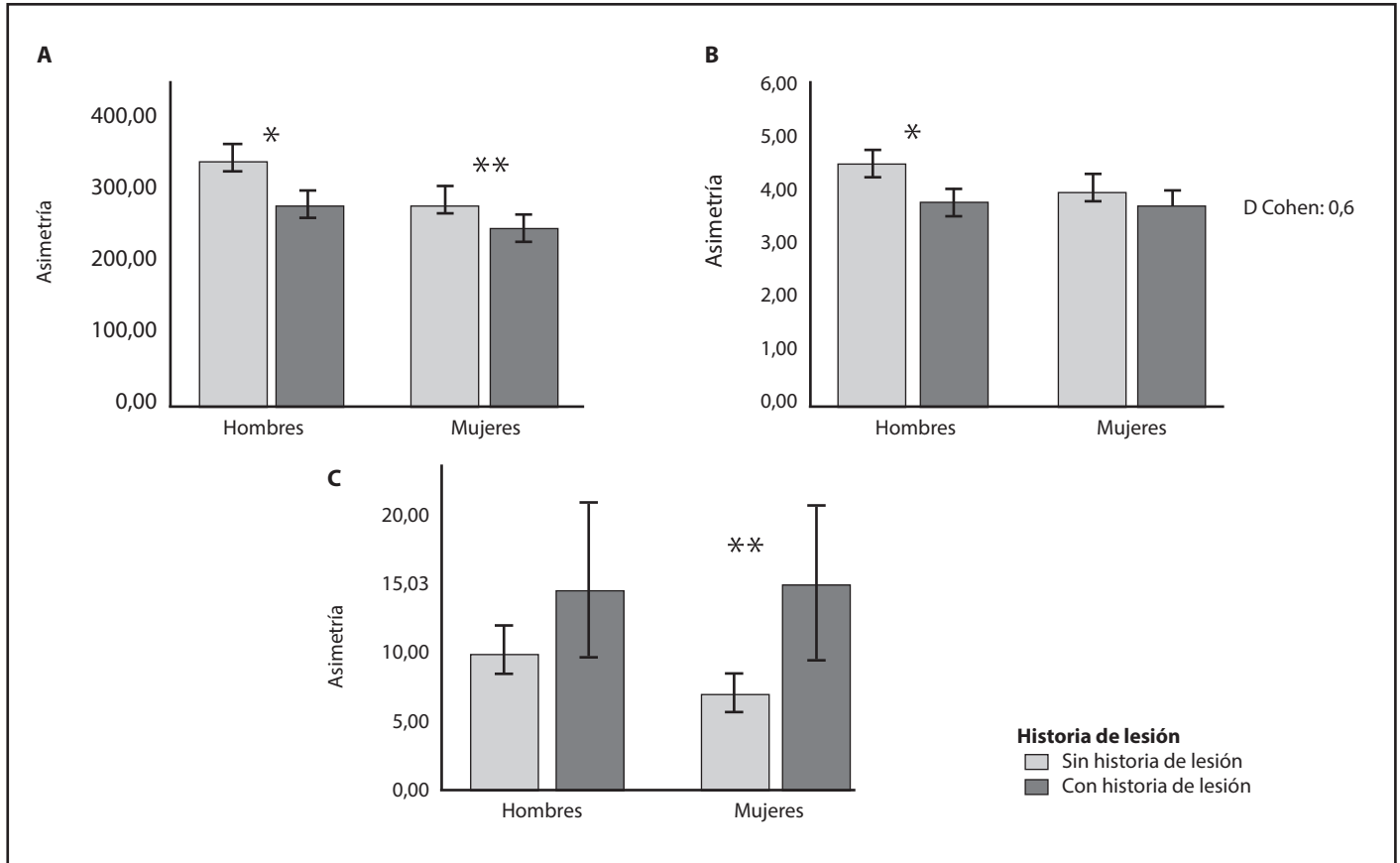
Variable		Frecuencia	%	IC 95%
Sexo	Masculino	110	55,6	48,3 – 62,5
	Femenino	88	44,4	37,4 – 51,6
Antecedente de lesión	Si	97	49	41,8 – 56,1
	No	101	51	43,8 – 58,1
Dominancia	Derecho	172	86,8	81,3 – 91,2
	Izquierdo	26	13,1	8,7 – 18,6
Tipo de lesión	Ósea	7	7,35	2,9 – 14,4
	Muscular	32	38,5	24,0 – 43,6
	Ligamentaria	18	18,8	11,5 – 28,0
	Cartilaginosa	8	8,3	3,6 – 15,7
	Tendinosa	26	27,1	18,5 – 37,1
Deporte	Artes marciales	1	0,5	0,01 – 2,7
	Atletismo	76	38,4	31,5 – 45,5
	Baloncesto	1	0,5	0,01 – 2,7
	BMX	7	3,5	1,4 – 7,1
	Boxeo	12	6,1	3,1 – 10,3
	Ciclismo	9	4,5	2,0 – 8,4
	Esgrima	1	0,5	0,01 – 2,7
	Fútbol	1	0,5	0,01 – 2,7
	Gimnasia	4	2,0	0,5 – 5,0
	Patinaje	2	1,0	0,12 – 3,6
	Pesas	9	4,5	2,0 – 8,4
	Squash	4	2,0	0,5 – 5,0
	Taekwondo	1	0,5	0,01 – 2,7
Ultimate	41	20,7	15,2 – 27,0	
Voleibol	29	14,6	0,01 – 2,7	

Fuente: Autores.
%: porcentaje; IC 95%: Intervalo de confianza al 95%.

simetría con respecto al género femenino; sin embargo, al discriminar lo anterior teniendo en cuenta el antecedente de lesión se observa que tanto en hombres como en mujeres hay diferencias estadísticamente significativa en la fuerza pico, determinando de esta manera que los deportistas sin antecedente de lesión presentan mayores niveles de fuerza a los que tienen algún antecedente de lesión en miembros inferiores. Sin embargo, al analizar la fuerza relativa se obtiene que existen diferencias significativas solo en el género masculino, observando que los deportistas que presentan antecedente de lesión tienen un peor rendimiento en fuerza comparado con los que no presentan antecedente; por el contrario, al analizar la asimetría se observa que solo en el género femenino existen diferencias significativas, determinando así que hay mayor asimetría en los deportistas con antecedente de lesión.

En la Tabla 2 se describe los resultados obtenidos en la valoración de la fuerza excéntrica de isquiotibiales, la edad y el IMC teniendo en cuenta el antecedente de lesión. Se determina un promedio de fuerza máxima

Figura 1. Comparación fuerza excéntrica y asimetría con el antecedente de lesión y sexo. 1A. Comparación de la fuerza máxima excéntrica con el antecedente de lesión y sexo. 1B. Comparación de la fuerza relativa máxima excéntrica con el antecedente de lesión y sexo. 1C. Comparación de la asimetría con el antecedente de lesión y sexo.



Fuente: Autores.

*Indica significancia estadística para el estadístico de contraste u mann de Whitney; **Indica significancia estadística para el estadístico de contraste T student; D Cohen: Magnitud de efecto para las diferencias estadísticas.

Tabla 2. Caracterización de la fuerza según antecedente de lesión.

Variable	Con antecedente de lesión			Sin antecedente de lesión			P valor	D Cohen	Total		
	Promedio	DS	IC 95	Promedio	DS	IC 95			Promedio	DS	IC 95
Fuerza máxima (N)	267,3	50,29	257,1 – 277,4	316,5	72,34	302,5 – 330,8	0,000**	0,78	292,41	67,06	283,0 – 301,8
Fuerza relativa (N/kg)	4,2	0,89	4,0 – 4,3	4,8	1,01	4,6 – 5,0	0,000*	0,63	4,52	1,00	4,3 – 4,6
Fuerza Promedio (N)	275,1	63,7	262,3 – 288,0	298,1	68,8	284,5 – 311,7	0,012**	0,34	286,91	67,22	277,4 – 296,3
IMC (kg/m ²)	22,0	2,8	21,5 – 22,6	22,1	3,2	21,5 – 22,8	0,854	0,003	22,11	9,57	21,6 – 22,5
Edad (Años)	22,6	5,1	21,6 – 23,7	20,1	3,7	19,4 – 20,9	0,001**	0,56	21,41	4,6	20,7 – 20,0

Fuente: Autores.

*T student; **U man de Whitney.

N: Newton; N/kg: Newton por cada kilogramo de peso; IC 95: Intervalos de confianza al 95%; DS: Deviación estándar.

Tabla 3. Asociación antecedente de lesión y asimetría.

		Antecedente de lesión		P valor	RR
		Con antecedente (%)	Sin antecedente (%)		
Asimetría	Asimetría >15%	20,6	9,9	0,035	1,45
	Asimetría >15%	79,4	90,1		

Fuente: Autores.
RR: Riesgo Relativo; %: Porcentaje.

Tabla 4. Valores de referencia para la fuerza excéntrica máxima.

Valores de referencia para el sexo masculino (N)							
Peso (kg)	-3DS	-2DS	-1DS	0	1DS	2DS	3DS
40 – 59	67,0	165,5	242,9	301,6	349,9	391,9	429,4
60 – 79	103,5	209,1	285,4	344,7	394,4	438,1	477,4
80 – 100	110,6	189,0	305,9	394,8	466,7	528,2	538,7
+ 100	115,5	196,6	352,6	473,6	570,1	651,8	723,7
Valores de referencia para el sexo femenino (N)							
Peso (kg)	-3DS	-2DS	-1DS	0	1DS	2DS	3DS
40 – 59	123,3	166,9	209,4	251,0	292,0	332,3	372,2
60 – 79	119,7	175,1	228,7	281,0	332,4	383,0	433,0
+ 80	183,0	207,3	231,2	294,9	335,2	390,4	441,3

Fuente: Autores.
DS: Desviación estándar; N: Newton Kg; Kilogramos.

para el total de deportistas de $292,4 \pm 67,06$ N y una fuerza relativa de $4,52 \pm 1$ N/kg, no obstante, se resalta como el rendimiento en la fuerza (fuerza máxima, fuerza promedio de los tres intentos del test Nordbord y fuerza relativa) es considerablemente menor en los deportistas con antecedente de lesión, observando peores resultados de rendimiento comparados con los deportistas sin antecedente.

En la Tabla 3 se relacionan las variables asimetría y antecedente de lesión las cuales presentan asociación estadísticamente significativa y a partir del riesgo relativo calculado (RR) se puede lograr determinar que el tener una asimetría mayor al 15% se relaciona con la presencia de tener antecedente de lesión, por tanto, a partir de este resultado se puede llegar a precisar que asimetrías mayores al 15% pueden llegar a ser un factor de riesgo de LMI en deportistas de alto rendimiento.

Como es común en este tipo de estudios, se utilizó una combinación de diferentes procesos que involucran razonamiento subjetivo, análisis estadístico y una revisión de la literatura para establecer los diferentes valores de referencia para la fuerza excéntrica de isquiotibiales (puntos de corte) en la población de deportistas de alto rendimiento. En la Figura 2 se muestran los percentiles para la fuerza máxima de isquiotibiales medidas con el Nordbord teniendo en cuenta el peso corporal de los atletas. Estos datos fueron la base para los valores de referencia que se muestran más adelante.

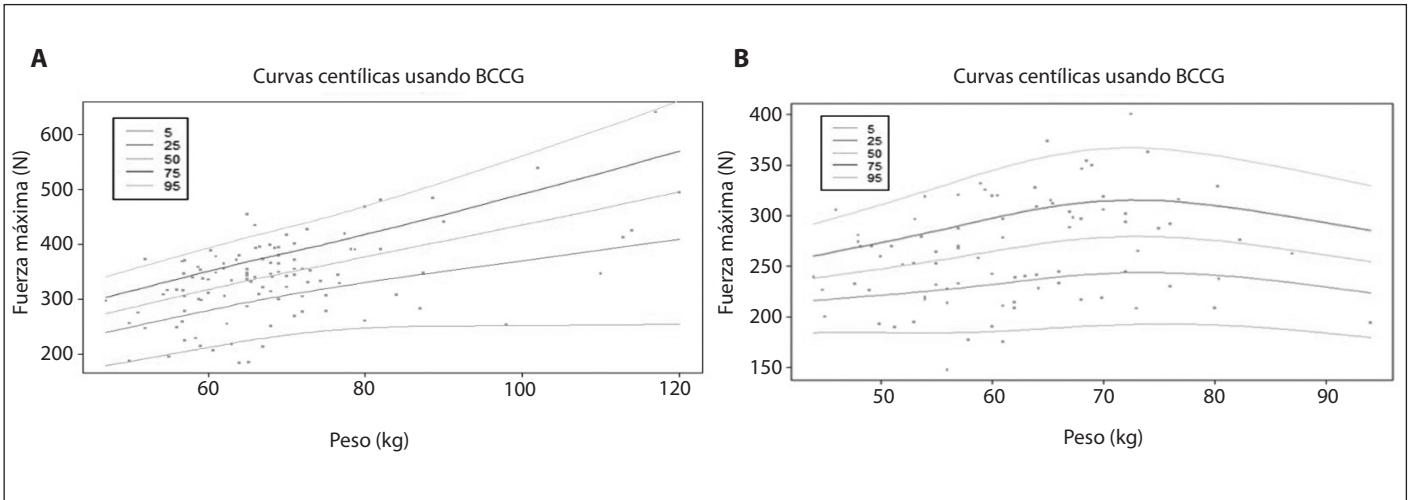
Una vez ajustados los datos, se determinaron y seleccionaron los hiperparámetros utilizados en el modelo BCCG, a través de los cuales se normalizaron y predijeron los valores para la fuerza excéntrica según el peso corporal.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la Tabla 4 se muestran los valores de referencia en N discriminados por género determinados a partir del comportamiento percentílico de la fuerza excéntrica máxima de isquiotibiales de la muestra evaluada (Figura 2). Para una mejor comprensión de los resultados mostrados en la Tabla se propone que aquellos valores que se encuentren entre +/- una DS sean valores considerados normales. De acuerdo con la anterior información, se propone como ejemplo un deportista de sexo masculino de más de 100 kg con una fuerza máxima excéntrica de 300 N, el cual, según, a partir de los valores determinados, este atleta se encontraría por debajo del rendimiento normal de la población.

Discusión

El presente trabajo se desarrolló con deportistas de alto rendimiento que hacían parte de las selecciones Colombia para el periodo enero-noviembre del 2021. Los principales hallazgos fueron: primero, que los deportistas sin antecedente de lesión presentan mayores niveles de fuerza al relacionarlos con los que tienen algún antecedente de lesión en miembros inferiores. Segundo, las mujeres con asimetrías por encima del 15% son aquellas deportistas con antecedente de lesión. Tercero: que el rendimiento en la fuerza (fuerza máxima, fuerza promedio de los tres intentos del test Nordbord y fuerza relativa) es considerablemente menor en los deportistas con antecedente de lesión, ya que se pudie-

Figura 2. Percentiles fuerza excéntrica. 2A. Percentiles de la fuerza máxima excéntrica para el sexo masculino. 2B. Percentiles de fuerza máxima excéntrica para el sexo femenino.



Fuente: Autores.
BCCG: Modelo Box Cox Cole y Green.

ron observar peores resultados de rendimiento comparados con los deportistas sin antecedente. Así mismo, en virtud de la necesidad de tener unos valores de referencia de fuerza en isquiotibiales, en deportes diferentes al fútbol, se hace un primer acercamiento de las tablas de referencia para fuerza máxima de isquiotibiales para hombres y mujeres para nuestra población.

De total de todas las valoraciones realizadas en este periodo se tuvieron en cuenta el 57%, las otras fueron descartadas principalmente por errores en la ejecución del ejercicio nórdico y por información incompleta.

Fueron 15 diferentes disciplinas deportivas donde voleibol, ultimate y atletismo representaron el 74,3%. Vale la pena mencionar que en fútbol solo se valoró un jugador, lo que da relevancia al trabajo, ya que usualmente es en este deporte donde se hacen la mayor cantidad de estudios de lesión muscular de miembros inferiores⁷ y aún más ya que para países como Colombia, la poca información publicada es sobre fútbol²⁰ (Tabla 1).

Los deportistas evaluados fueron jóvenes con promedio de edad de 21 ± 4.6 años con una distribución equilibrada por sexo similar a lo reportado en el estudio de Schmidt-Olsen, *et al.*²¹. Según la edad, en los futbolistas jóvenes el número de lesiones parece aumentar. El grupo de edad de 17 a 18 años parece tener una incidencia similar o incluso más alta comparada con los adultos coincidiendo este comportamiento a lo reportado por múltiples autores^{22,23}. El mismo hallazgo se presentó en un estudio de las lesiones durante 12 torneos internacionales de jugadores de diferentes categorías de edad y nivel de habilidad²⁴. Dentro de este contexto se observa como la conocida "especialización en el deporte" en niños y adolescentes, está asociada a un mayor riesgo de lesión y también la muscular sigue siendo la más importante²⁵. En virtud de lo mencionado vale la pena relacionar la edad de inicio del entrenamiento en un único deporte con el aumento del riesgo de lesión muscular y más en específico de isquiotibiales por supuesto en países de Suramérica,

en donde el desarrollo de este tipo de investigaciones en deporte de alto rendimiento es precario.

En este trabajo la principal lesión fue la muscular (38,5%) (datos no mostrados), así como informan, entre otros, Alonso, *et al.* (48%)²⁶ o también por Zahínos, *et al.* (2010)²⁷, en fútbol, donde la frecuencia de aparición más elevada de lesiones fue de tipo muscular y hasta de un 80% del total, seguida por articular, la tendinosa y la ósea²⁷.

Para esta investigación, la lesión de isquiotibiales presentó una incidencia del 69% del total de las lesiones musculares de los miembros inferiores, es decir, por mucho, la más frecuente. Esto ha sido extensamente resaltado por muchos trabajos en el mundo y para muchos deportes²⁸, tal es el caso de Judo²⁹, baloncesto³⁰, fútbol playa³¹, béisbol³², y, como se mencionó previamente, en el fútbol, en donde cada vez se incrementa más, razón por la que viene llamando más la atención⁸.

Dentro de las cualidades físicas la fuerza y la potencia muscular, son fisiológicamente la base en la acción de cada unidad músculo-hueso. Además, el entrenamiento de estas cualidades aumenta el desempeño y reduce el riesgo de lesión de un deportista³³. Al grupo de músculos de la cara posterior del muslo se le ha reconocido que una de sus principales funciones se relaciona con el desarrollo de la contracción excéntrica. Estando este tipo de contracción asociada con su riesgo de lesión más elevado³⁴. Para este trabajo, describir y establecer el comportamiento de las causas de lesión de isquiotibiales, a través de la evaluación de la fuerza excéntrica, a su vez ayudará en alguna medida a resolver uno de las principales causas de lesión muscular de miembros inferiores para una buena cantidad de deportes.

La fuerza muscular excéntrica de isquiotibiales en N que se halló a través del test nórdico, fue superior en hombres (328,48 N) que en mujeres (260 N) (Figura 1). Para hombres, fue similar a lo reportado por Quiceno, *et al.* realizado en un equipo profesional de fútbol (339 N) en Colombia²⁰.

Existen algunos factores de riesgo postulados para la lesión de origen muscular, pero pocos han sido tan profundamente estudiados como la fuerza. Como se mencionó previamente la fuerza es una de las cualidades físicas que al ser entrenada reduce el riesgo de lesión y mejoran el desempeño de los deportistas³⁵. Pero en el caso de los miembros inferiores la simetría de la fuerza es también un factor asociado a lesión³⁶. Siendo así, se hace necesario tener las mejores herramientas, que informen no solo de la fuerza unilateral si no bilateral, para poder evaluar continuamente las diferentes expresiones de la fuerza y así realizar el adecuado monitoreo de un deportista a lo largo de la temporada.

Dentro de estas expresiones de la fuerza, se ha reconocido a la fuerza máxima (habilidad para desarrollar la máxima fuerza con una acción simple y bajo condiciones particulares)³⁷, que para este trabajo se halló a través del test nórdico, como una característica de la fuerza susceptible de ser evaluada continuamente y con suficiente evidencia para ser tenida en cuenta como factor de riesgo de lesión, como es el caso cuando está disminuida para un tipo de especialidad deporte y un tipo de atleta en particular. Existe gran cantidad de literatura que apoya el uso del test nórdico y una de las variables, la fuerza máxima que se obtiene del software, para evaluar a los músculos isquiotibiales¹².

En esta investigación se pudo establecer que los antecedentes de debilidad o activación asimétrica en la fuerza de los isquiotibiales se asociaba a lesión de este mismo grupo muscular (Tabla 2). Ya otros autores como Opar, et al., 2013¹³ y Lee, et al., 2009³⁸ han podido comprobar como una disminución de la fuerza excéntrica máxima o isométrica, se asocia a riesgo de lesión o re-lesión en futbolistas. De igual manera que la asimetría sigue siendo un factor a tener en cuenta y que debe considerarse siempre que se evalúe la fuerza muscular de los miembros inferiores. Los valores de asimetría por encima del 15% se han podido relacionar con lesión.

Finalmente, se hace un primer acercamiento para atletas locales de diferentes disciplinas deportivas, con los que se determinaron los valores de referencia para fuerza excéntrica máxima de isquiotibiales (Figura 2, Tabla 4) a través del test Nórdico tan difundido a nivel mundial y del cual ya existen algunas medidas solo para el fútbol profesional de Colombia^{20,39}. Tener valores de referencia siempre es un reto, pero se pretende tomar como modelo al deportista de las selecciones nacionales para poder empezar con el proceso de valoración y evaluación tan necesarios para el seguimiento del deportista, antes durante y al finalizar la temporada.

Con esta investigación se aporta en el contexto del modelo dinámico complejo para lesión en el deporte, en donde las alteraciones en la fuerza hacen parte de lo que se reconoce “atleta predisuesto”. También, se quiere dar relevancia al desarrollo de la investigación local para ir estableciendo el comportamiento de los diferentes factores tanto intrínsecos como extrínsecos al deportista, que se deben continuamente monitorear para ayudar al buen desempeño de nuestros atletas de alto rendimiento.

Como conclusión, se debe construir un adecuado proceso de apoyo entre jugadores, entrenadores y grupo biomédico, para que se puede trabajar fuertemente en el proceso de la prevención de la lesión muscular, que sigue demandando una elevada cantidad de pérdida de horas de entrenamiento y competencia e impactando a su vez sobre la salud del atleta de alto rendimiento.

Se requieren más estudios que como éste aporten para el desarrollo del deporte de alto rendimiento desde las reservas hasta el profesional medallista.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Spent LF, Martin AD, Drinkwater DT. Muscle mass of competitive male athletes. *J Sports Sci.* 1993;11(1):3-8.
- Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chummanov ES, Thelen DG. Hamstring strain injuries: Recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(2):67-81.
- Liu H, Garrett WE, Moorman CT, Yu B. Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literature. *Journal of Sport and Health Science.* 2012;1:92-101.
- Chavarro-Nieto C, Beaven M, Gill N, Hébert-Losier K. Hamstrings injury incidence, risk factors, and prevention in Rugby Union players: a systematic review. *Physician and Sportsmedicine.* 2023;51:1-19.
- Chu SK, Rho ME. Hamstring injuries in the athlete: Diagnosis, treatment, and return to play. *Curr Sports Med Rep.* 2016;15(3):184-90.
- Ekstrand J, Häggglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: The UEFA injury study. *Br J Sports Med.* 2011;45(7):553-8.
- Ekstrand J, Häggglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1226-32.
- Ekstrand J, Bengtsson H, Waldén M, Davison M, Häggglund M. Still poorly adopted in male professional football: but teams that used the Nordic Hamstring Exercise in team training had fewer hamstring injuries—a retrospective survey of 17 teams of the UEFA Elite Club Injury Study during the 2020-2021 season. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2022;8(3):e001368.
- Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Epidemiology of injuries in English professional rugby union: Part 1 match injuries. *Br J Sports Med.* 2005;39(10):757-66.
- Elliott MCCW, Zarins B, Powell JW, Kenyon CD. Hamstring muscle strains in professional football players: A 10-year review. *American Journal of Sports Medicine.* *Am J Sports Med.* 2011;39:843-50.
- Chebvi S, Chamari K, Van Dyk N, Gabbett T, Tabben M. Hamstring Injury Prevention for Elite Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2020.
- Okoroa KR, Conte S, Makhni EC, Lizzio VA, Camp CL, Li B, et al. Hamstring Injury Trends in Major and Minor League Baseball: Epidemiological Findings From the Major League Baseball Health and Injury Tracking System. *Orthop J Sport Med.* 2019;7(7).
- Opar DA, Piatkowski T, Williams MD, Shield AJ. A novel device using the nordic hamstring exercise to assess eccentric knee flexor strength: A reliability and retrospective injury study. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(9):636-40.
- Cuthbert M, Ripley N, McMahon JJ, Evans M, Haff GG, Comfort P. The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Medicine.* 2020;50:83-99.
- Šarabon N, Marušič J, Marković G, Kozinc Ž. Kinematic and electromyographic analysis of variations in Nordic hamstring exercise. *PLoS One.* 2019;14(10).
- Impellizzeri FM, Bizzini M, Rampinini E, Cereda F, Maffiuletti NA. Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2008;28(2):113-9.
- Ledesma R, Macbeth G, de Kohan NC. Tamaño del efecto: Revisión teórica y aplicaciones con el sistema estadístico vista. *Rev Latinoam Psicol.* 2008;40(3):425-39.
- Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: The lms method and penalized likelihood. *Stat Med.* 1992;11(10):1305-19.
- Stasinopoulos DM, Rigby RA. Generalized additive models for location scale and shape (GAMLSS) in R. *J Stat Softw.* 2007;23(7):1-46.
- Quiceno C, Mantilla A, Iván J, Samudio MA, del Castillo D. Perfil de la Fuerza Muscular de Isquiotibiales en Jugadores de Fútbol de la Liga Profesional Colombiana Monitoreado con Tecnología Nordbord. *Rev Kronos.* 2020;19(2):1.
- Schmidt-Olsen S, Jørgensen U, Kaalund S, Sørensen J. Injuries among young soccer players. *Am J Sports Med.* 1991;19(3):273-5.
- Peterson L, Junge A, Chomiak J, Graf-Baumann T, Dvorak J. Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *Am J Sports Med.* 2000;28(5 SUPPL).

23. Inklaar H, Bol E, Schmikli SL, Mosterd WL. Injuries in male soccer players: Team risk analysis. *Int J Sports Med.* 1996;17(3):229-34.
24. Junge A, Dvorak J. Soccer injuries: a review on incidence and prevention. *Sports Med.* 2004;34(13):929-38.
25. Jayanthi NA, Post EG, Laury TC, Fabricant PD. Health consequences of youth sport specialization. *J Athl Train.* 2019;54:1040-9.
26. Alonso JM, Edouard P, Fischetto G, Adams B, Depiesse F, Mountjoy M. Determination of future prevention strategies in elite track and field: Analysis of Daegu 2011 IAAF Championships injuries and illnesses surveillance. *Br J Sports Med.* 2012;46(7):505-14.
27. Zahínos JJ, Salinero Martín JJ. Epidemiological study of the injuries, the processes of readaptation and prevention of the injury of anterior cruciate ligamento in the professional football. *J Sport Heal Res.* 2010;2(2):7.
28. Silvers-Granelli HJ, Cohen M, Espregueira-Mendes J, Mandelbaum B. Hamstring muscle injury in the athlete: State of the art. *Journal of ISAKOS.* 2021;6:170-81.
29. Kurosawa H. Complete avulsion of the hamstring tendons from the ischial tuberosity. a report of two cases sustained in judo. *Br J Sports Med.* 1996;30(1):73-4.
30. Meeuwisse WH, Sellmer R, Hagel BE. Rates and risks of injury during intercollegiate basketball. *Am J Sports Med.* 2003;31(3):379-85.
31. Elliott MCCW, Zarins B, Powell JW, Kenyon CD. Hamstring muscle strains in professional football players: A 10-year review. *Am J Sports Med.* 2011;39:843-50.
32. Zachazewski J, Silvers H, Li B, Pohlig R, Ahmad C, Mandelbaum B. Prevalence of hamstring injuries in summer league baseball players. *Int J Sports Phys Ther.* 2019; 14(6):885-97.
33. Llurda-Almuzara L, Labata-Lezaun N, López-De-celis C, Aiguadé-Aiguadé R, Romani-Sánchez S, Rodríguez-Sanz J, et al. Biceps femoris activation during hamstring strength exercises: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(16).
34. Silvers-Granelli HJ, Cohen M, Espregueira-Mendes J, Mandelbaum B. Hamstring muscle injury in the athlete: State of the art. *J ISAKOS.* 2021;6:170-81.
35. Suchomel TJ, Nimphius S, Stone MH. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Med.* 2016; 46:1419-49.
36. Yanci J, Camara J. Bilateral and unilateral vertical ground reaction forces and leg asymmetries in soccer players. *Biol Sport.* 2016;33(2):179-83.
37. James LP, Talpey SW, Young WB, Geneau MC, Newton RU, Gastin PB. Strength Classification and Diagnosis: Not All Strength Is Created Equal. *Strength Cond J.* 2023;45(3):333-41.
38. Lee MJC, Reid SL, Elliott BC, Lloyd DG. Running biomechanics and lower limb strength associated with prior hamstring injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(10):1942-51.
39. Franchi M V., Ellenberger L, Javet M, Bruhin B, Romann M, Frey WO, et al. Maximal eccentric hamstrings strength in competitive alpine skiers: Cross-sectional observations from youth to elite level. *Front Physiol.* 2019;10(88).

Impact of CrossFit® practice on pelvic floor dysfunction: a systematic review

Nuria Romero-Parra¹, Mónica Rodríguez-Faggionato², Miguel A. Rojo-Tirado³

¹Doctor in Physical Activity and Sports Science. Department of Physical Therapy, Occupational Therapy, Rehabilitation and Physical Medicine. Faculty of Health Sciences. Universidad Rey Juan Carlos. LFE Research Group. Department of Health and Human Performance. Faculty of Physical Activity and Sport Sciences (INEF). Universidad Politécnica de Madrid. ²Graduated in Physical Activity and Sports Science. Faculty of Physical Activity and Sport Sciences (INEF). Universidad Politécnica de Madrid. ³Doctor in Physical Activity and Sports Science. LFE Research Group. Department of Health and Human Performance. Faculty of Physical Activity and Sport Sciences (INEF). Universidad Politécnica de Madrid.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00162

Recibido: 02/06/2023

Aceptado: 22/02/2024

Summary

Introduction: CrossFit® is a sport modality that involves high-impact and intense exercise, gymnastic movements and weightlifting, whose practice has achieved great popularity in recent years, despite the high prevalence of urinary or fecal incontinence (UI e FI) associated to this practice. Therefore, the objective of this study was to conduct a systematic review of the literature to understand the impact of CrossFit® on pelvic floor dysfunction compared to other exercise modalities.

Material and method: Following PRISMA (Preferred Reported Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) guidelines, a search was conducted in scientific databases. A total of 7 studies out of the 53 obtained were qualitatively evaluated and selected for the systematic review.

Results: Stress UI seemed to be greater in female CrossFit® participants, than in female kickboxing, bootcamp, aerobic exercise and no CrossFit® practitioners, and also in comparison to sedentary women ($P < 0.05$). Running was suggested to produced higher FI than CrossFit® ($P < 0.001$), while no differences were observed in intra-abdominal pressure and pelvic floor contraction capacity through pelvic examination between female CrossFit® participants and women who practice light exercise, non-CrossFit® practitioners and sedentary women ($P < 0.05$).

Conclusion: CrossFit® practice appears to favor IU in a greater extent than other exercise modalities but not FI which seem to be more prevalent with running practice, although differences between exercise modalities were not observed through direct examination of pelvic floor contraction. Further studies are needed to clarify these findings, defining more accurately the assessment instruments, influencing factors and control groups.

Key words:

Urinary incontinence.
Fecal incontinence. Exercise training.
High-intensity interval training.
Pelvic floor disorders.

Palabras clave:

Incontinencia urinaria. Incontinencia fecal. Entrenamiento físico. Entrenamiento interválico de alta intensidad. Alteraciones del suelo pélvico.

Impacto de la práctica de CrossFit® en la disfunción del suelo pélvico: una revisión sistemática

Resumen

Introducción: CrossFit® es una modalidad deportiva que engloba ejercicio de alta intensidad e impacto, movimientos gimnásticos y halterofilia, cuya práctica ha alcanzado una gran popularidad en los últimos años, a pesar de la elevada prevalencia de incontinencia urinaria y fecal (IU e IF) a la que se asocia esta práctica. Por ello, el objetivo de este trabajo fue realizar una revisión sistemática de la literatura para examinar el impacto del CrossFit® en la disfunción del suelo pélvico comparado con otras modalidades de ejercicio.

Material y método: Siguiendo las directrices PRISMA (Preferred Reported Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) se realizó una búsqueda en bases de datos científicas. De un total de 53 estudios, 7 fueron evaluados cualitativamente y seleccionados para la revisión sistemática.

Resultados: La IU de esfuerzo pareció ser mayor en mujeres que practicaban CrossFit® que en aquellas que practicaban kickboxing, bootcamp, ejercicio aeróbico o que no practicaban CrossFit®, y también mayor que en mujeres sedentarias ($p < 0,05$). Correr parecía provocar mayor IF que la práctica de CrossFit® ($p < 0,001$), mientras que no se observaron diferencias en la presión intra-abdominal y en la capacidad de contracción del suelo pélvico a través de examen físico entre mujeres que practicaban CrossFit® y aquellas que no practicaban CrossFit® o que practicaban ejercicio ligero o eran sedentarias ($p < 0,05$).

Conclusión: La práctica de CrossFit® parece favorecer la IU en mayor medida que otras modalidades de ejercicio, pero no la IF, que pareció ser mayor con la práctica de carrera, aunque no se observaron diferencias entre modalidades de ejercicio mediante el examen directo de la capacidad de contracción del suelo pélvico. Se necesitan más estudios para aclarar estos resultados, definiendo con mayor precisión los instrumentos de evaluación, los factores influyentes y los grupos de control.

Correspondencia: Nuria Romero Parra

E-mail: nuria.romero@urjc.es

Introduction

The pelvic floor is a structure formed by muscles, fascia, and ligaments whose main mission is to support other pelvic structures (urinary bladder, urethra, rectum, and anus, and additionally in women uterus and vagina) and fix them to the pelvis, allowing functions of the aforementioned organs such as urination, defecation or intercourse¹. However, all these structures are especially vulnerable to certain risk factors such as pregnancy, vaginal delivery, multiparity, age, menopause, and all the hormonal changes associated with these processes, as well as vulnerable to certain situations that chronically increase intra-abdominal pressure, such as constipation, chronic bronchitis, obesity or high-impact repetitive exercises^{2,3}. All this can trigger an involuntary contraction or relaxation of the pelvic floor muscles known as pelvic floor dysfunction (PFD), which entails a series of anatomical-functional disorders in this region, the most evident being voiding dysfunction or urinary incontinence (UI) and fecal incontinence (FI), followed by other anorectal or pelvic dysfunctions such as obstructive defecation syndrome, pelvic organ prolapse (POP), sexual dysfunction and perineal pain⁴. According to the International Continence Society, UI is the manifestation of any involuntary loss of urine⁵ which also represents a social, hygienic and even economic problem. The most frequent types are^{6,7}: (1) stress UI, which is the involuntary loss of urine since the sphincter is not able to support it, which is associated with an increase in abdominal pressure, due to underlying physical efforts such as coughing, laughing or running; (2) urgent UI, which is the involuntary loss of urine due to the inability to hold it long enough to go to the bathroom and; (3) mixed UI, which would be the association of involuntary urine loss to both effort and urgency. Regarding FI, this includes, from least to most serious, respectively, any involuntary escape of gases and/or feces through the anal orifice, which can be³: (1) passive or unconscious; (2) urgent due to inability to contain defecation; (3) mixed; (4) post-defecation but with normal continence the rest of the time; and (5) during urination. However, there is less agreement on its precise definition and severity criteria than on UI.

Weakness of pelvic floor muscles is one of the possible causes of genitourinary tract problems⁶, and the prevalence is higher in women, with ratios of up to 20:1 for IU compared to men. Therefore, men could be more reluctant to report this problem⁴. Despite fluctuating between countries, the percentages of women who have experienced some urine loss range between 25% and 45%, while the percentages of adults who manifest FI range between 0.4% and 18%, increasing up to 24% if gas incontinence is considered³. However, the future estimate is not much more encouraging. According to a 2019 study, one in three women will experience UI, while one in two will present POP and one in ten will report FI⁸. On the other hand, it is also estimated that sexual dysfunction will increase from 50% to 83% in women with DSP⁸. Altogether, this implies a clear deterioration in psychological, social and sexual well-being.

Interestingly, in the 1990s a review of the literature suggested a 44% prevalence of UI in physically active women, especially those involved in high-impact sport activities^{9,10}, predominantly involving jumping or running^{2,11,12}. In spite of this, the practice of high-impact exercise has recently become popular among the general popula-

tion¹², with CrossFit® being one of the high-impact exercise modalities or disciplines that has received great interest and recognition since its formal establishment in 2000¹³. This fitness program initially developed for military training, provides a sense of community, fun, personal satisfaction, and motivation¹⁴ and optimizes physical competence in 10 aspects: cardiorespiratory endurance, muscular endurance, muscular strength, flexibility, power, speed, coordination, agility, balance and precision¹⁵. CrossFit® sessions combine: (1) exercises with a traditional cardiovascular component and metabolically stimulating impacts such as running, jumping, rowing or climbing rope; (2) exercises based on sports gymnastics skills such as handstands or rings; and (3) weightlifting exercises^{13,15}. These three elements make up what is called "Work Of the Day" (WOD), which must be performed with high intensity and speed, repetitively and with limited rest time^{13,15}.

The presence of women in CrossFit® competitions has grown from approximately 28,000 participants in 2016 to around 75,000 in 2019¹⁵, which according to several studies, has led to a decrease in body dissatisfaction or eating disorders, favoring body positivity and providing women with the possibility of improving their strength and physical perception through sport enjoyment¹⁶. Some women also highlight the possibility of helping to undo the traditional hegemony of the male gender in terms of cultivating strength and muscularity, which allows them to enhance the functionality of their body and improve their self-concept and confidence in daily life¹⁶. However, despite the recognized benefits of practicing CrossFit®, it is worth highlighting its potential to produce musculoskeletal injuries, mainly associated with the speed of execution, especially in novice practitioners¹⁵, and the increase of intra-abdominal pressure that is linked to PFD, especially in terms of stress UI. Specifically, in female CrossFit® practitioners, UI prevalence rates between 32.1% and 44.5% were observed, with stress UI being the most common type reported^{17,18}. The disorder is greater among women over 35 years of age, with previous pregnancies and vaginal deliveries and the exercises associated with greater stress UI were jumping rope, double under, weightlifting, and box jumping¹⁷. Nonetheless, although it has recently received more visibility, PFD is a pathology of contemporary appearance and most review studies on the topic focus mainly on UI, so it is necessary to address the entire spectrum of disorders under PFD. Furthermore, the impact of CrossFit® on PFD compared to other exercise modalities remains unclear, as not only high-impact exercise but also significant weightlifting have been linked to high rates of PFD¹⁹ as reflected in a study carried out with powerlifting and weightlifting athletes, where 50%, 80% and 23.3% of women analyzed presented, respectively UI, FI and POP²⁰. Therefore, the objective of this study was to conduct a systematic review of the literature to examine the studies evaluating the impact of CrossFit® on PFD based on exercise modality.

Material and method

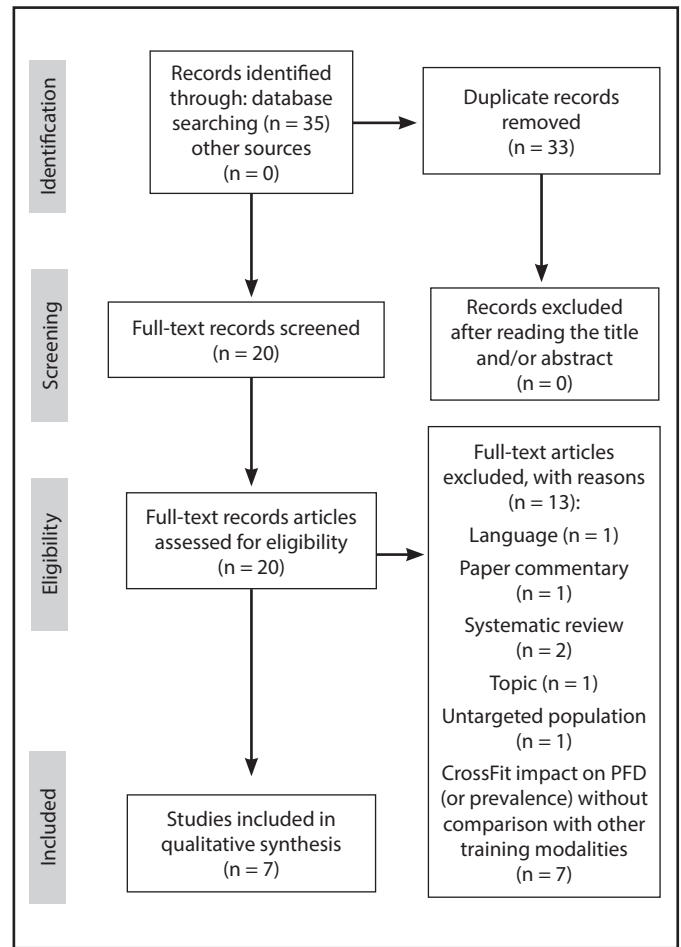
The methodological process carried out was based on the recommendations indicated by the PRISMA (Preferred Reported Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) guidelines²¹. A comprehensive database search was conducted (PubMed, Web of Science, Scopus and Cochrane) up to June 12, 2023, by two authors independently (NRP and

MART). The search strategy was as follows: "pelvic floor" AND "CrossFit®" indicating the combination of these terms in the title, abstract or keywords. To construct the search phrase, the PICO (population, intervention, comparison and outcome) strategy was considered²², which in the case of this study would have been: females (population), CrossFit® (intervention) vs. other modalities (comparison) and DSP (outcome). However, according to previous literature, the different scenarios that occur in the clinical or social setting mean that the formulation of the question cannot always be adapted to this strategy²³. In this case, with the initial search phrase, the results obtained were already quite limited, so it was decided, on the one hand, not to include 'females' in the search phrase so that if a study with male participants appeared, it could at least be screened to have a more comprehensive view of pelvic floor pathology. On the other hand, it was also decided not to include different sports disciplines in the search phrase, since this search strategy guaranteed that at least those studies where CrossFit® participants had been evaluated would appear, regardless of whether they were compared with other sport disciplines and even with sedentary participants.

The inclusion criteria were: (1) studies with people in which the impact of CrossFit® on the pelvic floor had been evaluated; and (2) studies accessible in full text in English, published in scientific journals. Opinion articles, conference communications, book chapters or review articles were excluded, as well as those that evaluated the state of the pelvic floor in women during pregnancy and those that studied the prevalence of PFD in CrossFit® without comparing this training modality with others. The search yielded a total of 53 articles (16 in Pubmed, 17 in Web of Science, 20 in Scopus and 0 in Cochrane). After removing the 33 duplicates, 20 potentially eligible articles were obtained and included to consult the full document and evaluate their eligibility. Of these, 13 studies were excluded for the aforementioned reasons: full text found in a language other than English (n = 1), opinion article (n = 1), evaluation of DSP during pregnancy (n = 1), not evaluating the impact of CrossFit® on the pelvic floor but rather the use of an insertable device, although the sample was composed of CrossFit® participants (n = 1), systematic review (n = 2), sPFD prevalence studies in CrossFit® which not compare this training modality to others (n = 7). Therefore, 7 articles were included in the qualitative analysis. The flow chart of the selection process is reflected in Figure 1.

Regarding the tool used for qualitative analysis, it was the following: McMaster University Guidelines and Critical Review Form for Quantitative Studies²⁴, which has been previously used in recent systematic reviews in the Sports Science field²⁵ and was considered the most appropriate for evaluating quantitative methods. With it, in each study, issues related to the following aspects were analyzed: 1) clearly stated objective of the study; 2) appropriately reviewed relevant literature; 3) type of design; 4.1) sample described in detail; 4.2) justified sample size; 5.1) reliable outcome measures; 5.2.) valid outcome measures; 6.1) intervention described in detail; 6.2) contamination in the intervention was avoided; 6.3) co-intervention was avoided; 7.1) results reported in statistical terms; 7.2) appropriate analysis; 7.3) clinical relevance was indicated; 7.4) the dropout rate was reported; 8) conclusions consistent with the methodology and results. Each of these 15 items was valued with a "1" if the answer was affirmative and with a "0" if it was negative, giving a value of "low" if the result was less than or equal to 5, "moderate" if the

Figure 1. Flowchart of the study selection process.



result was between 6 and 10, and "high" if it was greater than 10. From the included studies, the following information was extracted in a previously designed data sheet: authors and year, study design (data obtained through questionnaire or direct measurement) and characteristics of the participants (sex, age, height and weight, training state). Regarding exercise, information related to the activities or exercises performed and training load (sets and repetitions, duration, rest between sets and exercises, intensity...) were extracted, as well as information related to findings about pelvic floor involvement.

Results

The qualitative analysis of the selected studies is shown in Table 1. The 7 selected studies^{12,13,26-30} were included in the qualitative analysis. The characteristics of the studies included in the review are summarized in Tables 2 and 3. The included studies that analyzed the impact of PFD in CrossFit® practitioners compared to other sports disciplines is reflected in Table 2, while a study that compared the PFD between female CrossFit® practitioners and sedentary females is shown in Table 3.

Table 1. Qualitative analysis of the selected studies.

Nº	Authors and year	1. Purpose of the study (0/1)	2. Literature (0/1)	3. Design (0/1)	4. Sample (0/2)	5. Outcome measures (0/2)	6. Intervention (0/3)	7. Results (0/4)	8. Conclusion (0/1)	Sum of quality criteria (0/15)	Assessment according to score (Poor / Moderate / High)
1	Elks, <i>et al.</i> , 2020	1	0	1	2	2	1	3	1	11	High
2	Forner, <i>et al.</i> , 2021	1	1	1	1	2	2	3	1	12	High
3	Gephart, <i>et al.</i> , 2018	1	0	1	1	2	1	2	1	9	Moderate
4	Khowailed, <i>et al.</i> , 2020	1	1	1	1	1	2	3	1	11	High
5	Machado, <i>et al.</i> , 2021	1	1	1	2	2	3	3	1	14	High
6	Middlekauf, <i>et al.</i> , 2016	1	1	1	1	2	2	3	1	12	High
7	Yang, <i>et al.</i> , 2020	1	1	1	1	2	2	2	1	11	High
										11.43	High

Table 2. Results of studies that compare women practicing CrossFit® with women practicing other sports.

Authors and year	Characteristics of the participants and the physical activity practiced	Evaluation instrument and exercise protocol performed (if any)	Main findings
Elks, <i>et al.</i> , 2020	<p>n = 403 women</p> <p>n = 303 CrossFit practitioners 38 (30-45) years BMI: 23.9 (22.4-26.9) kg/m² 2 (1-3) vaginal deliveries n = 33 ± 10 menopausal</p> <p>n = 100 non practitioners 31 (26.5-39.5) years BMI: 23.9 (21.6-26.2) kg/m² 2 (1-2) vaginal deliveries n = 8 ± 8 menopausal</p>	<p>ISI Questionnaire (Sandvik, <i>et al.</i>, 2000):</p> <p>UDI-6 Questionnaire (Barber, <i>et al.</i>, 2001).</p> <p>POPDI-6 Questionnaire (Barber, <i>et al.</i>, 2001).</p> <p>UI log during training and competition, and type of exercises.</p>	<p>Higher prevalence and severity of UI in women who participate in CrossFit compared to those who do not:</p> <p>84% of CrossFit participants (256 ± 84) vs. 48% of non-participants (48 ± 48) ($P < 0.001$) reported UI on some occasion.</p> <p>Higher UI severity score in CrossFit participants. 20.8 (8.3-37.5) vs. 12.5 (2.1-27.1) ($P < 0.001$).</p> <p>No differences between groups for pelvic prolapse ($P > 0.05$).</p> <p>The exercises that reflected higher percentages of urine loss in CrossFit practitioners and in which differences seem to be reflected with respect to the control group were double jumping ropes (65%), rope climbing (50%) and weightlifting (40%).</p>
Forner, <i>et al.</i> , 2020	<p>n = 1379 women</p> <p>n = 858 CrossFit practitioners (Lifting >15 kg of weight in training) 38.5 ± 8.8 years BMI: 25.77 ± 4.48 kg/m² n = 452 vaginal deliveries (52.7%) n = 87 ± 10 menopausal</p> <p>n = 521 runners (That they did not lift >15 kg of weight in training) 38.4 ± 9.2 years BMI: 24.19 ± 3.91 kg/m² n = 295 (56.6%) vaginal deliveries n = 50 ± 10 menopausal</p>	<p>PFDI-20 Questionnaire (Barber, <i>et al.</i>, 2005) made up of questionnaires: UDI-6, POPDI-6 y CRADI-8.</p>	<p>The group of runners presented higher scores than the group of CrossFit practitioners in the total PFDI questionnaire (22.9 vs 17.7; $P < 0.001$), in the POPDI (4.2 vs 0; $P < 0.001$), and in the CRADI (6.3 vs 3.1; $P < 0.001$).</p> <p>No differences between groups in the UDI-6 questionnaire ($P > 0.05$).</p> <p>Scores were relatively low in both groups.</p>

(continued)

Table 2. Results of studies that compare women practicing CrossFit® with women practicing other sports (continuation).

<p>Gephart, et al., 2018</p>	<p>n = 10 women (26–48 years, half of them nulliparous)</p> <p>n = 5 CrossFit practitioners (>2 sessions per week, minimum 6 months)</p> <p>n = 5 non-CrossFit practitioners (for at least 1 year)</p>	<p>Intravaginal catheter:</p> <p>Goby Laborie wireless system (Laborie Medical Technologies, Mississauga, ON, Canada) to measure intra-abdominal pressure during a CrossFit class with 10 repetitions of the following exercises (weight chosen by each participant): weightless squats, front (front bar) and back (back bar) squats, burpees, deadlifts, kettlebell swings, lunges, pull-ups, push-ups, crunches, thrusters, wall balls, and jumping jacks jump rope with doubles if possible.</p>	<p>There was no difference in intra-abdominal pressure observed between the group of female CrossFit practitioners and the non-practice group.</p> <p>The highest intra-abdominal pressure was generated during jump rope, arm dips, front barbell squats, thrusters, and wall balls ($P < 0.0001$).</p> <p>As the repetitions performed increased, the intra-abdominal pressure increased for the back squat ($P = 0.003$) while it decreased for the abdominals ($P = 0.04$).</p>
<p>Khowailed, et al., 2020</p>	<p>n = 14 women (18-40 years, 10 of them nulliparous, 3 vaginal delivery)</p> <p>n = 2 training <2 h/week n = 9 training 3-6 h/week n = 3 training >6 h/week</p> <p>n = 9 CrossFit practitioners BMI: 22.4 ± 2.3 kg/m²</p> <p>n = 5 Kickboxing or Bootcamp practitioners BMI: 24.5 ± 2.7 kg/m²</p>	<p>Questionnaire "The Female Athlete Survey: Urinary Incontinence Survey" (Carls, 2007). This questionnaire includes questions addressed to:</p> <ol style="list-style-type: none"> identify symptoms of SUI during high-impact activities. Evaluate the willingness of the participants to try exercises to improve the UI (not included). Assess willingness to seek treatment for UI and their awareness of it. 	<p>Urine losses were higher in the participants who performed CrossFit than in those who performed Kickboxing or Bootcamp ($P = 0.023$).</p> <p>64.2% of the participants reported some loss of urine.</p> <p>78% of the participants associated urine loss with jumping activities (jump rope, drawer), and with abdominal contraction activities such as sneezing or laughing.</p> <p>67% of the participants associated urine loss with running.</p>
<p>Middlekauf, et al., 2016</p>	<p>n = 61 women (26.8 ± 3.79 years), nulliparous BMI: 24.06 kg/m²</p> <p>n = 32 intense exercise practitioners (>6 months practicing CrossFit >3 sessions/week)</p> <p>n = 29 light exercisers (not participating in any intense or impact strength or conditioning exercise in the previous 6 months) 22.7 ± 3.9 años BMI: 22.8 kg/m²</p>	<p>Pelvic exam from a registered nurse through: Exam (POP-Q) (Bump, et al., 1996), Pelvic floor muscle strength through a perinometer (Peritron 9300 V vaginal perinometer, Laborie, Mississauga, Ontario, Canada), with which 3 MVC of the pelvic floor were measured (contract and relax and the vaginal rest pressure or VRP).</p> <p>15 minutes before and after performing:</p> <ol style="list-style-type: none"> Intense exercise group: 15 funds, 5 deadlifts at 80% of 3RM, 5 push-presses at 80% of 3RM, 15 burpees, and 20 sit-ups. Non-intense exercise group: 20 minutes walking at your preferred intensity and pace. 	<p>There were no significant differences between groups in terms of vaginal support. Both vaginal tone and resting vaginal pressure decreased slightly after performing both exercises ($P > 0.05$).</p> <p>Only one participant reported POP.</p> <p>27.7% of participants in the intense exercise group vs. 8.57% of the non-intense exercise group reported urine loss in relation to physical activity, coughing, sneezing.</p> <p>68.6% of participants did not perform pelvic floor strengthening exercises, compared to 17.1% who did and 14.28% who were unaware of their existence.</p>
<p>Yang, et al., 2018</p>	<p>n = 105 CrossFit practitioners (4-5 sessions/week) 36.9 ± 10.4 years BMI: 24.9 ± 3.7 kg/m² 36.2% nulliparous. Of the 63.8% with a history of childbirth, 47.6% reported vaginal delivery</p> <p>n = 44 aerobic exercise practitioners BMI: 25.6 ± 2.7 kg/m² 63.6% nulliparous. Of the 36.4% with a history of childbirth, 68.8% reported vaginal delivery</p>	<p>ISSI questionnaire (Terai, et al., 2004).</p>	<p>The incidence of SUI was higher in CrossFit participants (27.8%) than in aerobic exercise participants (0%) ($P < 0.003$).</p> <p>47.6% of CrossFit participants reported SUI. The exercises with the most pronounced urine loss were jump ropes, both double (47.7%) and simple (41.3%), and box jumps (28.4%). None of the aerobic exercise practitioners reported SUI during the exercise.</p> <p>The most commonly used prevention strategies were emptying the bladder before training, wearing dark pants, and performing Kegel exercises during training.</p>

BMI: Body Mass Index; DSP: Pelvic Floor Dysfunction; POP: Pelvic Organ Prolapse; IF: Fecal incontinence; UI: Urinary incontinence. PFDI: Pelvic Floor Distress Inventory; UDI-6: Urinary Distress Inventory; POPDI-6: Pelvic Organ Prolapse Distress Inventory; CRADI-8: Bowel Dysfunction Scale; ISI: Incontinence Symptoms Index, SUI: Stress Urinary Incontinence; ICIQ-SF: International Consultation on Incontinence Questionnaire – Short Form; POP-Q: POP-Quantification; MVC: Maximal Voluntary Contraction; RM: Maximum Repetition; VRP: vaginal rest pressure; ISSI: Incontinence Symptom Severity Index.

Table 3. Results of studies that compare women practicing CrossFit® with sedentary women.

Authors and year	Characteristics of the participants and physical activity practiced	Evaluation instrument and exercise protocol performed (if any)	Main findings
Machado, <i>et al.</i> , 2021	<p>n = 42 women (26.6 ± 3.6 years, BMI: 23.7 ± 2.9 kg/m²)</p> <p>n = 21 CrossFit practitioners. (Minimum 6 months and 3 sessions/week à 22 (6-60) months and 4.45 ± 0.8 sessions/week) More menstrual irregularities</p> <p>n = 21 sedentary women. (No practice of systematic physical activity for at least 6 months). Increased use of contraceptives</p>	<p>ICIQ-SF Questionnaire (International Consultation on Incontinence Questionnaire – Short Form) (Tamanini, <i>et al.</i>, 2004).</p> <p>Assessment (0-5) of a MVC of the pelvic floor by a physiotherapist by means of palpation, following the Modified Oxford Scale (Pereira, <i>et al.</i>, 2014).</p> <p>Miotool 400 electromyography (Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda, Brazil) with protocol adapted from previous study (Glazer & Hacad, 2012).</p>	<p>Higher prevalence of UI (6 times more) in the group of CrossFit practitioners ($P < 0.001$). 75% of the CrossFit group associated the losses with exercise, specifically in activities that involved jumping (rope, box...) and weightlifting.</p> <p>There were no differences between groups in pelvic floor strength ($P > 0.05$) or electromyographic variables, although MVC from electromyography tended to be higher in the CrossFit group ($P = 0.069$).</p>

BMI: Body Mass Index; ICIQ-SF: International Consultation on Incontinence Questionnaire–Short Form; MVC: Maximal Voluntary Contraction; UI: Urinary incontinence.

Discussion

The purpose of this study was to conduct a systematic review of the literature to find out if CrossFit® favors PFD to a greater extent than other sports disciplines. Of the seven studies included in the systematic review, six compared the impact of CrossFit® with other disciplines on one or more PFD disorders. However, we will discuss, on the one hand, the studies in which PFD was evaluated using different validated questionnaires and, on the other hand, the studies that evaluate the pelvic floor through direct exploration. In the first group, the results indicate that CrossFit® causes greater stress UI than 1) kickboxing or bootcamp, 2) practicing aerobic exercise and 3) 'no practicing' CrossFit®^{12,19,30}. One factor that could influence this result is the higher percentage of vaginal deliveries in the study sample³⁰, which has been suggested as a risk factor for suffering UI³¹⁻³³, although slightly higher UI results (60% vs. 40%) have also been observed among participants with a history of vaginal deliveries and nulliparous participants³⁴. Another factor previously associated in the literature with greater UI is the higher percentage of postmenopausal participants¹⁹ among CrossFit® practitioners^{2,3,13}. Finally, all the reviewed literature indicated greater urine losses in these high-impact exercises: rope jumping, box jumping and running^{12-14,19,27-30,32,34}. In contrast to the UI results, female runners were found to have a higher incidence of POP and FI, but not UI, than female CrossFit® practitioners¹³, which could suggest that running may be more negative for FI than CrossFit®, although this should be taken with caution to avoid speculation about suggesting that CrossFit® is healthy for the pelvic floor or that running is strictly a cause of anorectal dysfunction¹³.

Regarding the studies that evaluated the contraction and relaxation capabilities of the pelvic floor muscles through direct pelvic examination, the results revealed no differences in intra-abdominal pressure and vaginal tone during the same exercises, neither between female CrossFit® and non-CrossFit® practitioners²⁷, nor between CrossFit® and light exercise practitioners²⁹. Interestingly, this lack of differences in PFD between female CrossFit® practitioners and non-practitioners / light exercisers is observed despite the existence of differences between

CrossFit® and control groups in BMI or training volume, which are factors traditionally linked to PFD in the literature^{3,13,14,19,32,35}. Therefore, it could be thought that this lack of differences between CrossFit® and the control groups in both studies can be attributed to the similarities in terms of the gynecological history of participants' vaginal deliveries, the majority being nulliparous^{27,29} or the fact that, in both studies, more than 30% of participants did not perform pelvic floor strengthening exercises^{27,29}. However, the explanation that seems to gain more strength is that the absence of differences between study groups when pelvic floor is evaluated by direct examination instead of using questionnaires is precisely the assessment methodology. This is observed in the only study of the seven that compares female CrossFit® practitioners and sedentary women²⁸. This research analyzes both questionnaires and pelvic floor tone by direct examination and electromyography, and revealed a UI up to six times greater in CrossFit® practitioners, but nevertheless, there are no differences in the contraction capacity of the pelvic floor between groups²⁸. This could suggest a greater reliability of questionnaires to detect PFD than pelvic examinations, and could explain the greater number of studies that use questionnaires, in addition to the high percentage of women (76%) who, even reporting UI, indicated that they had never received pelvic floor assessment³⁴. In fact, despite the presence of eight different questionnaires in the total of seven analyzed studies referring to different PFD symptoms, all of them are based on simple severity scales (none, some, moderate, severe), which seems to guarantee the reliability of the questionnaires as instrument.

Finally, several of the included studies agreed on low percentages of POP, less than 4%, generally observed in all participants^{13,14,29,32}, although it seems that the prevalence of sexual dysfunction was studied to a much lesser extent. In fact, other research that coincided with the low prevalence of POP yielded an intriguing percentage of 48.7% of participants reporting pain during sexual intercourse¹⁴. Therefore, sexual dysfunctions should be further explored in future studies, as they may contribute to worsening females' well-being.

Despite addressing a topic of recently increasing attention such as PFD, which seems to underlie a relatively novel and highly practiced

sport modality through a solid methodology, some limitations must be mentioned. There is a great variability in exercise modalities considering the number of studies (7) finally included in the review, which not only impairs the development of a meta-analysis that would provide more robustness, but also the correct interpretation of findings. In fact, of the six studies that compared CrossFit® practitioners with a control group, only two detailed the physical activity carried out by the control group, this activity being running (n = 1) or kickboxing/bootcamp (n = 1). Out of the other six studies, two indicate that the control group was composed of non-CrossFit® practitioners, without specifying whether they performed other types of physical activity, while in two other studies the control group consisted of aerobic exercise practitioners without including details on impact or intensity. Further studies comparing CrossFit® with other exercise modalities should include an accurate description of control group's physical activity practice to reduce heterogeneity and potentially confounding factors. Additionally, other aspects such as the timing of data collection (immediately after training or not), participants' history of vaginal strengthening exercises or the development of strategies to reduce UI before training, such as urinating or reducing water intake, should be carefully described, as they may influence the results³⁴ and, finally, the consideration of different subtypes of UI and FI may be a key aspect to clarify the findings and facilitate therapists and trainers adjust PFD rehabilitation.

In conclusion, when PFD is assessed through validated questionnaires, CrossFit® seems to cause greater UI than (1) kickboxing and bootcamp, (2) aerobic exercise, (3) not practicing CrossFit® and (4) sedentary lifestyle. In contrast, running seems to trigger more FI than CrossFit®. On the other hand, when the information comes from a direct pelvic examination, no differences are observed between women who practice CrossFit® and 1) women who practice light exercise, 2) women who do not practice CrossFit®, and 3) sedentary women. However, due to methodological differences, the results should be taken with caution and future studies should specify in detail the physical activity practices of the control group, as well as potentially influential factors, such as gynecological history.

Bibliography

- Lacima G, Espuña M. Patología del suelo pélvico. *Gastroenterología y Hepatología*. 2008;31:587-95.
- Casey EK, Temme K. Pelvic floor muscle function and urinary incontinence in the female athlete. *Phys Sportsmed*. 2017;45:399-407.
- Lacima G, Espuña M. Patología del suelo pélvico. *Gastroenterol Hepatol*. 2008;31:587-95.
- Torres J, Delgado J, Adams E. Incontinencia urinaria en pacientes atendidos en consulta de disfunciones del suelo pélvico. Prevalencia y factores de riesgo. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*. 2016;8:1-12.
- Abrams P, Cardozo L, Fall M, Griffiths D, Rosier P, Ulmsten U, Van Kerrebroeck P, Victor A, Wein A. The standardisation of terminology in lower urinary tract function: report from the standardisation sub-committee of the International Continence Society. *Urology*. 2003;61:37-49.
- Aoki Y, Brown HW, Brubaker L, Cornu JN, Daly JO, Cartwright R. Urinary incontinence in women. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:17042.
- González Sánchez B, Rodríguez-Mansilla J, Toro García A, González López-Arza M. Eficacia del entrenamiento de la musculatura del suelo pélvico en incontinencia urinaria femenina. *An Sist Sanit Navar*. 2014;37:381-400.
- Verbeek M, Hayward L. Pelvic floor dysfunction and its effect on quality of sexual life. *Sex Med Rev*. 2019;7:559-64.
- Nygaard IE. Does prolonged high-impact activity contribute to later urinary incontinence? A retrospective cohort study of female olympians. *Obstet Gynecol*. 1997;90:718-22.
- Nygaard IE, Thompson FL, Svengalis SL, Albright JP. Urinary incontinence in elite nulliparous athletes. *Obstet Gynecol*. 1994;84:183-7.
- Eliasson K, Larsson T, Mattsson E. Prevalence of stress incontinence in nulliparous elite trampolinists. *Scand J Med Sci Sports*. 2002;12:106-10.
- Khawailed IA, Pijnvut-Turney J, Lu C, Lee H. Stress incontinence during different high-impact exercises in women: a pilot survey. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17.
- Forner LB, Beckman EM, Smith MD. Do women runners report more pelvic floor symptoms than women in CrossFit®? A cross-sectional survey. *Int Urogynecol J*. 2021;32:295-302.
- Pisani GK, de Oliveira Sato T, Carvalho C. Pelvic floor dysfunctions and associated factors in female CrossFit practitioners: a cross-sectional study. *Int Urogynecol J*. 2020.
- Claudino JG, Gabbett TJ, Bourgeois F, Souza HS, Miranda RC, Mezêncio B, Soncin R, Cardoso Filho CA, Bottaro M, Hernandez AJ, et al. CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports Med Open*. 2018;4:11.
- Podmore M, Ogle JP. The lived experience of CrossFit as a context for the development of women's body image and appearance management practices. *Fashion and Textiles*. 2018;5:1.
- Álvarez-García C, Doğanay M. The prevalence of urinary incontinence in female CrossFit practitioners: a systematic review and meta-analysis. *Arch Esp Urol*. 2022;75:48-59.
- Dominguez-Antuña E, Diz JC, Suárez-Iglesias D, Ayán C. Prevalence of urinary incontinence in female CrossFit athletes: a systematic review with meta-analysis. *Int Urogynecol J*. 2023;34:621-34.
- Elks W, Jaramillo-Huff A, Barnes KL, Petersen TR, Komesu YM. The stress urinary incontinence in CrossFit (SUCCeSS) study. *Female Pelvic Medicine and Reconstructive Surgery*. 2020;26:101-6.
- Skaug KL, Engh ME, Frawley H, Bø K. Prevalence of pelvic floor dysfunction, bother and risk factors and knowledge of the pelvic floor muscles in Norwegian male and female Powerlifters and Olympic Weightlifters. *J Strength Cond Res*. 2020.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, Clarke M, Devereaux PJ, Kleijnen J, Moher D. The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of studies that evaluate health care Interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009;6:e1000100-e1000100.
- da Costa Santos CM, de Mattos Pimenta CA, Nobre MR. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2007;15:508-11.
- Cañón M, Buitrago-Gómez Q. The research question in clinical practice: a guideline for its formulation. *Rev Colomb Psiquiatr (Engl Ed)*. 2018;47:193-200.
- Law M, Stewart D, Pollock N. Guidelines for critical review form-quantitative studies: McMaster University: Occupational Therapy Evidenced-Based Practice Research Group. 1998 <http://srs-mcmaster.ca/wp-content/uploads/2015/05.Guidelines-for-Critical-Review-Form-Quantitative-Studies.pdf> (accessed 4 Apr 2016).
- Thompson B, Almarjawi A, Sculley D, Janse de Jonge X. The effect of the menstrual cycle and oral contraceptives on acute responses and chronic adaptations to resistance training: a systematic review of the literature. *Sports Med*. 2019.
- Elks W, Jaramillo-Huff A, Barnes KL, Petersen TR, Komesu YM. The stress urinary incontinence in CrossFit (SUCCeSS) study. *Female Pelvic Med Reconstr Surg*. 2020;26:101-6.
- Gephart LF, Doersch KM, Reyes M, Kuehl TJ, Danford JM. Intraabdominal pressure in women during CrossFit exercises and the effect of age and parity. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*. 2018;31:289-93.
- Machado LDS, Marques Cerentini T, Laganá AS, Viana da Rosa P, Fichera M, Telles da Rosa LH. Pelvic floor evaluation in CrossFit® athletes and urinary incontinence: a cross-sectional observational study. *Women Health*. 2021;61:490-9.
- Middlekauff ML, Egger MJ, Nygaard IE, Shaw JM. The impact of acute and chronic strenuous exercise on pelvic floor muscle strength and support in nulliparous healthy women. *Am J Obstet Gynecol*. 2016;215:316.e311-7.
- Yang J, Cheng JW, Wagner H, Lohman E, Yang SH, Krishningner GA, Trofimova A, Alsyouf M, Staack A. The effect of high impact crossfit exercises on stress urinary incontinence in physically active women. *NeuroUrol Urodyn*. 2019;38:749-56.
- Dominguez-Antuña E, Diz JC, Ayán C, Suárez-Iglesias D, Rodríguez-Marroyo JA. Prevalence and severity of urinary incontinence among male and female competitors and recreational CrossFit® practitioners. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2022;276:144-7.
- High R, Thai K, Virani H, Kuehl T, Danford J. Prevalence of pelvic floor disorders in female CrossFit athletes. *Female Pelvic Med Reconstr Surg*. 2020;26:498-502.
- Pisani GK, de Oliveira Sato T, Carvalho C. Pelvic floor dysfunctions and associated factors in female CrossFit practitioners: a cross-sectional study. *Int Urogynecol J*. 2021;32:2975-84.
- Wikander L, Kirshbaum MN, Gahreman DE. Urinary incontinence and women CrossFit competitors. *Int J Womens Health*. 2020;12:1189-95.
- García-Fernández J, Gálvez-Ruiz P, Sánchez-Oliver AJ, Fernández-Gavira J, Pitts BG, Grimaldi-Puyana M. An analysis of new social fitness activities: loyalty in female and male CrossFit users. *Sport in Society*. 2020;23:204-21.

Utilidad del reconocimiento médico deportivo para detectar y prevenir trastornos de la conducta alimentaria

Antonio Rodríguez Martínez

Diplomado Universitario en Enfermería. masQsano Salud y Deporte S.L.P. Almería.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00163

Recibido: 12/07/2023

Aceptado: 01/03/2024

Resumen

Introducción y objetivos: Los trastornos alimenticios son un problema creciente en nuestra sociedad, en especial entre los jóvenes. El objetivo de este estudio es conocer cuáles son los factores individuales y sociales que apoyan y perpetúan el peligro de padecer trastornos de la conducta alimenticia, y sus posibles consecuencias en el rendimiento deportivo y académico de los individuos.

Material y método: La muestra la componen 395 deportistas entre 12 y 16 años ($M = 14,07$; $DT = 1,35$), de los cuales 142 (35,9%) son mujeres y 253 (64,1%) hombres. Se administró un cuestionario para recabar información sobre datos sociodemográficos, imagen corporal, uso de redes sociales, relaciones sociales, práctica deportiva, peligro de padecer trastornos de la conducta alimenticia y rendimientos académico y deportivo. En el análisis se llevaron a cabo, en primer lugar, tablas cruzadas para observar la distorsión corporal de los encuestados en función del índice de masa corporal; en segundo lugar, una regresión lineal para analizar los factores influyentes en el peligro de padecer trastornos de la conducta alimenticia. Además, se realizaron correlaciones para averiguar la relación entre peligro de manifestar trastornos de la conducta alimenticia y el rendimiento académico y deportivo.

Resultados: El resultado principal muestra que existe un peligro alto de trastornos de la conducta alimenticia por parte de los jóvenes deportistas, a partir de una elevada distorsión de la imagen corporal que se convierte en el factor mayormente determinante. Además, las relaciones con la familia y amigos tienen influencia significativa ante este peligro. Por otro lado, las conductas relacionadas con los trastornos alimenticios hacen que el rendimiento académico y deportivo baje.

Conclusión: Debido a estos datos, se hace necesario generar y promocionar pautas de prevención y detección temprana durante la adolescencia.

Key words:

Trastornos alimentarios.
Imagen corporal. Redes sociales.
Deportistas.

Palabras clave:

Eating disorders. Body image.
social networks. Athletes.

Usefulness of sports medical examination for the detection and prevention of eating disorders

Summary

Introduction and objectives: Eating disorders are a growing problem in our society, especially among young people. The aim of this study is to know which are the individual and social factors that support and perpetuate the danger of suffering from eating disorders, and their possible consequences on the sports and academic performance of individuals.

Material and method: The sample consisted of 395 athletes between 12 and 16 years of age ($M = 14.07$; $SD = 1.35$), of whom 142 (35.9%) were female and 253 (64.1%) male. A questionnaire was administered to collect information on sociodemographic data, body image, use of social networks, social relationships, sports practice, risk of eating disorders, and academic and sports performance. In the analysis, firstly, cross-tabulations were carried out to observe the body distortion of the respondents according to body mass index; secondly, a linear regression was performed to analyze the factors influencing the risk of eating disorders. In addition, correlations were performed to find out the relationship between risk of manifesting eating disorders and academic and sports performance.

Results: The main result shows that there is a high risk of eating disorders among young athletes, due to a high distortion of body image, which becomes the main determinant factor. In addition, relationships with family and friends have a significant influence on this danger. On the other hand, behaviors related to eating disorders cause academic and sports performance to decrease.

Conclusion: Due to these data, it is necessary to generate and promote prevention and early detection guidelines during adolescence.

Correspondencia: Antonio Rodríguez Martínez

E-mail: antorodri8@gmail.com

Introducción

Los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) constituyen una problemática de salud pública (Gómez *et al.*, 2018)¹. Estos pueden clasificarse en varios grupos con características muy diversas (véase Asociación Estadounidense de Psiquiatría, 2013)². Aunque ha sido la Anorexia y Bulimia Nerviosa las que mayor atención han tenido en la literatura científica, ya que éstas manifiestan conductas parecidas frente a imagen corporal, en las relaciones sociales, interacción con la comida, etc., y cuya perpetuación puede deberse a causas similares (Modica, 2020)³: insatisfacción de la imagen corporal, miedo a engordar y pensamientos obsesivos con la alimentación, llegando a causar modificaciones graves en la dieta diaria, ingiriendo unas veces poca cantidad y otras en exceso o llevando conductas purgativas (Asociación estadounidense de Psiquiatría, 2013²; Behar *et al.*, 2014⁴; Ponce *et al.*, 2017⁵).

En cualquier caso, los trastornos incluso antes de su manifestación y detección clínica afectan al individuo en su autoestima, relaciones sociales, rendimiento académico y laboral (Avila *et al.*, 2019)⁶. Ante esto, el personal sanitario tiene diferentes escalas de medida estandarizadas para observar la enfermedad incipiente: SCOFF, BITE, BES, BULT, EAT-40, EAT-26, TFEQ/EI, etc. (Vela *et al.*, 2017)⁷. Instrumentos de detección que los profesionales utilizan como herramientas de cribado y estudio.

La literatura científica y los profesionales que trabajan con población que padece este trastorno sostienen que estamos ante un fenómeno multifactorial: biológico, psicológico, familiar y social. Por ello, el modelo socio-ecológico de análisis cobra especial importancia (Wang *et al.*, 2013)⁸, el cual queda organizado en torno a tres factores: uno, sociocultural en el que se tiene en cuenta los diferentes escenarios en los que el sujeto se desenvuelve; dos, sociodemográfico definido a través del sexo o edad; y tres, psicológico, inherente a cada sujeto. En consecuencia, entran en juego tres aspectos: características personales, características sociales y cómo el individuo reacciona frente a ellas a través de la autoevaluación y la comparación social (Festinger, 1954)⁹.

El TCA, hasta ahora, se había considerado un problema prácticamente femenino (Fitzsimmons-Craft *et al.*, 2014¹⁰; Torres, 2019¹¹; Schaefer *et al.*, 2014¹²); sin embargo, cada vez hay mayor prevalencia entre los hombres (Ferreiro *et al.*, 2012¹³; Veses *et al.*, 2014¹⁴). De igual forma, el grueso se sigue encontrando en los adolescentes entre 12 y 18 años*¹⁵ (Villegas-Moreno, 2021)¹⁶. Etapa crítica para el desarrollo de la imagen corporal y mayor susceptibilidad a posibles trastornos dismorfofóbicos y de la conducta alimentaria (Gaete *et al.*, 2020¹⁷; Klump, 2013¹⁸).

Los adolescentes y jóvenes que practican deporte tampoco quedan exentos de esta situación, puesto que, junto a las presiones e ideales de belleza manifestados en el entorno social y/o grupo de iguales, también tienen presiones del físico acordes a la mejora del rendimiento deportivo (véase, entre otros, Fitzsimmons-Craft *et al.*, 2014¹⁰; Monserrat *et al.*, 2021¹⁹; Villar, 2017²⁰). Hasta el punto de que se acuña el término *anorexia atlética* para referirse al conjunto de comportamientos alimentarios subclínicos manifestados por los deportistas para obtener un físico lo más adaptado posible a los cánones planteados por la disciplina practicada (Baquero, 2020)²¹.

Incluso más, para los jóvenes deportistas, a los dos ámbitos referidos (ambiental y deportivo), se añade el escenario de lo virtual, donde tienen acceso; por un lado, a personajes/deportistas famosos con los cuales poder compararse y, por otro, a multitud de publicidad que, en ciertas ocasiones, no se corresponde con la realidad o es engañosa. Según indica Associació Contra l'Anorèxia i la Bulímia (ACAB) (2020)²², las redes sociales, unidas a la necesidad de adaptación y la preocupación por un ideal delgado asociado al éxito social, familiar y profesional, podrían ser factores que expliquen la vulnerabilidad fisiológica a presentar un TCA. Así, el tipo de uso de la red juega un papel importante tanto en la prevención, como en el fomento de TCA. En la adolescencia, Instagram, Facebook o YouTube, cuyo contenido principal son imágenes, pueden repercutir negativamente en la autopercepción corporal (Pérez y Cassany, 2018)²³, tanto si actúa como espectador o lo hace como generador de contenido, ya que puede crear insatisfacción con respecto a su físico, debido a la falta de concordancia entre el ideal de belleza y su realidad (Romo del Olmo, 2020)²⁴, llegando incluso a usar filtros y/o retoques para modificar su físico con el objetivo de publicar una supuesta imagen perfecta que agrade al mayor número de personas posibles (Romo del Olmo, 2020)²⁴.

En definitiva, teniendo en cuenta los diferentes escenarios que pueden actuar como predisponentes y detonantes a manifestar TCA, decidimos estudiar este fenómeno con jóvenes deportistas en la provincia española prestando atención a factores sociales e individuales. Incluso más, teniendo en cuenta la literatura precedente se enfatiza la comparación entre sexos (Fitzsimmons-Craft *et al.*, 2014¹⁰; Schaefer *et al.*, 2014¹²) y la edad en un entorno deportivo (Ferreiro *et al.*, 2012¹³; Chardon *et al.*, 2016²⁵).

Material y método

La selección de la muestra se realizó entre los participantes de un programa de prevención de lesiones deportivas y reconocimiento médico realizado por una empresa especializada en los clubes deportivos de una provincia española. La muestra la comprendieron 395 deportistas (todos accedieron a participar de forma voluntaria) entre 12 y 16 años ($M = 14,07$; $DT = 1,35$), de los cuales 142 (35,9%) eran mujeres y 253 (64,1%) hombres. Respecto al tipo de deporte practicado se encontraba fútbol (47,1%), baloncesto (19,2%), balonmano (19%), natación (1,8%), rugby (4,1%) y voleibol (6,3%).

El informe que cumplimentaron los participantes, con ayuda de un profesional, consta de varios apartados: datos sociodemográficos, datos relacionados con la imagen corporal, uso de redes sociales, práctica deportiva, relaciones sociales y preguntas relacionadas con el rendimiento académico y deportivo.

Además, se utilizó el cuestionario *Sick Control On Fat Food* (SCOFF) (Morgan *et al.*, 1999)²⁶ para analizar la presencia de señales de alarma respecto a la presencia de Trastornos de la Conducta Alimentaria (TCA) (Anorexia Nerviosa o Bulimia Nerviosa). Este índice originariamente consta de cinco ítems dicotómicos (sí, no). Por cada "sí" se suma un

* No obstante, esta enfermedad afecta, cada vez más, a la población adulta (Letelier, 2021)¹⁵.

punto, 2 o más puntos indican alta probabilidad de caso de anorexia o bulimia nerviosa. En nuestro caso, debido a que todo el cuestionario se encontraba en formato escala de 0 a 5, el índice Scoff oscilaba entre 0 y 25, de modo que obtener más de 10 puntos significa tener riesgo de TCA y más de 15 puntos es riesgo alto.

El cuestionario se realizó de forma informatizada y anónima a través de la plataforma Limesurvey. La recogida de datos se realizó entre septiembre y noviembre de 2022, se les entrevistó individualmente con la presencia de profesionales, previo consentimiento de los clubes deportivos y/o responsables de estos.

Inicialmente se calcularon los estadísticos descriptivos (media y desviación típica) para observar la prevalencia en TCA. Seguidamente, para estudiar la distorsión corporal de los encuestados se realizó tabla cruzada entre el IMC de los sujetos de estudio y el diagnóstico subjetivo que ellos mismos se adjudicaban.

Posteriormente, siguiendo el modelo socio-ecológico (Wang *et al.*, 2013)⁸, realizamos una regresión lineal para saber los diferentes factores que influyen en manifestar peligro de TCA. Puesto que el número de variables iniciales eran muy numerosas y había alta correlación entre algunas de ellas se llevó a cabo, previamente, un análisis factorial con el método de máxima verosimilitud con rotación ortogonal (varimax: KMO = 0,818; sig = 0,000), para reducir la dimensionalidad y evitar problemas de multicolinealidad.

Por último, para calcular las posibles consecuencias del peligro de manifestar TCA realizamos correlaciones entre Scoff y las variables relacionadas con horas de sueño, concentración en los estudios, cansancio físico y mental.

El análisis de datos se realizó mediante el *software* informático SPSS-27 para Windows.

No obstante, el estudio presenta factores limitantes a considerar. El primero, es que el muestreo no es aleatorio, por tanto, no ofrece datos representativos por cada grupo de deportistas. Información imprescindible, sobre todo, para los atletas de élite, debido a las exigencias atendiendo a las diferentes disciplinas en cuanto a peso y/o masa muscular (véase Baile *et al.*, 2021)²⁷.

Segundo, pueden existir errores de no observación (Groves, 1989)²⁸ por la imposibilidad de obtener todas las variables influyentes, como, por ejemplo, las psicológicas.

Tercero, la posibilidad de existir errores de medida, debido a que las encuestas se realizaron durante las pruebas de reconocimiento médico, que, aunque el cuestionario era corto, la actitud y cooperación de los sujetos estaba sujeta a la prisa.

Cuarto, el IMC no es una herramienta completamente objetiva para diagnosticar normopeso, bajo peso o sobrepeso y, más aún, en población deportista, puesto que este valor únicamente tiene en cuenta el peso y la altura desechando información tan útil como la masa muscular y su porcentaje respecto a la masa grasa.

Quinto, consideramos la edad un factor limitante, puesto que los sujetos encuestados se encuentran en una etapa en la cual ocurren numerosos cambios en la composición corporal, propios del crecimiento y de la influencia social.

Y, sexto, la necesidad de un grupo control no deportista, para poder comparar el nivel de significatividad de las variables en ambas poblaciones.

Resultados

Según los datos de la Tabla 1, el 77,7% presenta algún tipo de riesgo de padecer TCA; incluso el 22,3% tiene riesgo alto ($M = 13,3$; $DT = 3,33$). Si atendemos al sexo, observamos que el 76,7% de las mujeres y el 78,1% de los hombres manifiesta algún tipo de riesgo. Y, analizando esto mismo según la edad (Figura 1), observamos como los mayores índices de riesgo se encuentran entre los 14 y 15 años y, riesgo alto, a los 16. En cambio, los de 12 años alcanzan mayor puntuación en "no riesgo".

Para la recodificación del Índice de Masa Corporal de los participantes (peso/altura²) tuvimos en cuenta su franja de edad (12-16 años) y las consideraciones que esto conlleva. Por ello, para los menores de 14 años se tuvo en cuenta IMC bajo peso menos de 15 kg/m²; IMC normopeso entre 15 y 21 kg/m²; IMC sobrepeso entre 21 y 25 kg/m² y obesidad más de 25 kg/m². Y, entre los 14 y 16 años IMC bajo peso menos de 16 kg/m²; IMC normopeso entre 16 y 24 kg/m²; IMC sobrepeso entre 24 y 27 kg/m² y obesidad más de 27 kg/m² (Alvero *et al.*, 2010)²⁹.

La media de IMC de la muestra analizada era de $M = 21,3$ ($DT = 2,1$). Y con los datos recodificados, observamos que un 4,1% presentaba sobrepeso y un 0,3% obesidad, un 84,3% normopeso y un 11% bajo peso saludable. Ninguno presentaba bajo peso no saludable.

A pesar de que el grueso de la población encuestada presentaba índices de IMC considerados dentro de su franja de "normalidad" y solo el 4,4% mostraba sobrepeso u obesidad, se ha observado cómo el 20,3% se "ve gordo/a" siempre o casi siempre, e incluso el 30,4% a veces (Tabla 2).

Debido a que los datos se consideraron dispares entre el valor objetivo de IMC y su percepción por parte de los encuestados realizamos tabla cruzadas entre IMC y la respuesta ante la pregunta "creo que estoy

Tabla 1. Riesgo de TCA en la población encuestada. Diferenciación por sexo y edad.

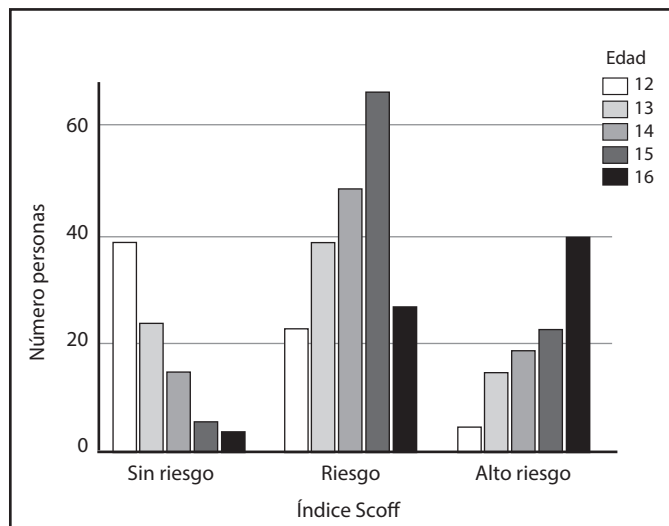
SCOFF	Mujer n (%)	Hombre n (%)	Total n (%)			
No riesgo	33 (23,2)	55 (21,7)	88 (22,3)			
Riesgo	77 (54,2)	128 (50,5)	205 (51,9)			
Riesgo alto	32 (22,5)	70 (27,6)	102 (25,8)			
Edad	12	13	14	15	16	Total
No riesgo	39 (56,9)	24 (30,8)	15 (18,1)	6 (5,3)	4 (4,5)	88
Riesgo	23 (35,4)	39 (50)	49 (59)	67 (70,5)	27 (38,8)	205
Riesgo alto	5 (7,7)	15 (19,2)	19 (22,9)	23 (24,2)	40 (56,7)	102

* $\chi^2 = 1,251^a$; $p = 0,001$; ** $\chi^2 = 111,384^b$; $p = 0,001$.

Tabla 2. Respuesta a la afirmación "creo que estoy gordo".

	N	%
Nunca	51	12,9
Casi nunca	143	36,2
A veces	120	30,4
Casi siempre	67	17
Siempre	13	3,3

Figura 1. Riesgo de TCA en la población encuestadas.



gordo/a” para observar el grado de distorsión corporal de los encuestados (Tabla 3). Los valores de Chi-cuadrado aceptan la hipótesis nula y, por tanto, no existe relación entre sentirse gordo/a y el IMC. Con todo esto, de los deportistas que tienen un IMC considerado como “normal”, el 16,1% considera sentirse gordo/a casi siempre y el 3,6% siempre. Y, de los deportistas con un IMC considerado “bajo peso” el 23,3% se siente gordo/a casi siempre y el 2,3% siempre.

En aras de conocer cuáles son las variables que predicen la variabilidad del peligro de padecer TCA, a través de una regresión lineal, primeramente, redujimos las distintas variables conductuales en factores, a través del porcentaje de la varianza total explicada (VTE). En la extracción se alcanza el 66,09% (Tabla 4), resultado aceptable puesto que se supera el umbral mínimo de 60% (Hair *et al.*, 2010)³⁰.

Se extraen 4 factores (Tabla 5). Al Factor 1 lo denominamos *cooperación social y económica*, está saturado por las siguientes variables: con mis amigos nos ayudamos los unos a los otros; tengo suficiente dinero para hacer las mismas cosas que mis amigos; mis padres me dan suficiente dinero para mis gastos; puedo hablar con mis padres siempre que lo necesite; mis padres tienen suficiente dinero para mí.

Tabla 3. Respuesta a la afirmación “creo que estoy gordo/a” y su relación con el IMC.

Creo que estoy gordo	Índice de Masa Corporal			
	Bajo peso	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad
Nunca o nada	5	45	1	0
Casi nunca	11	126	4	1
A veces	16	94	7	
Casi siempre	10	53	4	0
Siempre	1	12	0	0
Total	43	330	16	1

$\chi^2 = 9,201^*$; $p = 0,686$.

Tabla 4. Varianza total explicada.

Compo-nente	Auto valores iniciales			Sumas de cargas al cuadrado de la extracción		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	4,09	29,22	29,22	2,68	19,14	19,14
2	2,87	20,51	49,73	1,84	13,14	32,28
3	1,29	9,22	58,95	1,83	13,04	45,32
4	1	7,13	66,09	1,15	8,22	53,54

Método de extracción: máxima verosimilitud.

Tabla 5. Grado de saturación de los ítems en cada factor.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Me gustaría que la ropa me quedase mejor	-0,069	0,166	0,730	0,114
Me gustaría que mi físico fuera diferente	0,065	0,235	0,757	0,047
Sigo a alguien en redes sociales si es simpático y me hace sentir bien	0,137	0,694	0,260	0,131
Sigo a alguien en redes sociales si es guapo/a y/o tiene buen físico	0,104	0,799	0,145	0,044
Me gustaría relacionarme con más gente	0,194	0,582	0,204	0,035
Me gustaría ser el centro de atención en el equipo	0,003	0,282	0,165	0,205
Me gustaría ser más delgado/a	-0,067	0,232	0,670	0,112
En las últimas semanas he pasado tiempo con mis amigos	0,253	0,118	0,163	0,790
En las últimas semanas me he divertido con mis amigos	0,428	0,135	0,115	0,568
Con mis amigos, nos ayudamos los unos a otros	0,569	0,084	-0,222	0,253
Tengo suficiente dinero para hacer las cosas que mis amigos	0,743	0,023	-0,008	0,175
He tenido suficiente dinero para mis gastos	0,765	-0,033	0,083	0,103
Puedo hablar con mis padres siempre que lo necesito	0,695	0,220	-0,094	0,068
Mis padres tienen suficiente tiempo para mí	0,638	0,272	-0,097	0,065

El Factor 2 lo llamamos *redes sociales*, lo satura las siguientes variables: sigo a alguien en redes sociales si es simpático y me hace sentir bien; sigo a alguien en redes sociales si es guapo y tiene buen físico; me gustaría relacionarme con más gente; me gustaría ser el centro de atención en el equipo.

El Factor 3 toma el nombre de *imagen corporal* debido a que lo satura: me gustaría que la ropa me quedase mejor; me gustaría que mi físico fuera diferente; me gustaría ser más delgado/a.

Y, por último, el Factor 4 se llama *relación con amigos*, lo conforma: en las últimas semanas he pasado tiempo con mis amigos; en la última semana me he divertido con mis amigos.

La regresión lineal se determinó mediante el procedimiento de introducción de variables por pasos, con variable dependiente índice Scoff y como variables independientes los cuatro factores anteriores y las variables individuales: edad e IMC. En la Tabla 6 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables introducidas. No se ofrecen datos respecto al sexo porque ha sido introducida como variable Dummy.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de las variables introducidas en la regresión lineal.

	N	Media (DT)	Asimetría	Error estándar	Curtosis	Error estándar
Edad	395	14,07 (1,353)	-0,95	0,123	-1,202	0,245
Índice de Masa corporal	391	21,349 (2,199)	0,296	0,123	0,757	0,246
Factor 1	393	0,00 (0,903)	-0,065	0,123	-0,537	0,246
Factor 2	393	0,00 (0,874)	-0,066	0,123	-0,246	0,246
Factor 3	393	0,00 (0,873)	-0,061	0,123	-0,498	0,246
Factor 4	393	0,00 (0,840)	-0,373	0,123	-0,003	0,246
Índice SCOOF	390	13,35 (3,334)	-0,090	0,124	-0,586	0,247

La Tabla 7 presenta el resumen del modelo, cabe resaltar que el R² asciende al 76% lo que señala la bondad del modelo y la alta capacidad de explicación de las variables independientes de la variabilidad del índice Scoff.

De igual modo, tomando como referencia los valores de Durbin-Watson con los valores de referencia para nuestra muestra y nº de variables consideradas en la regresión lineal no se puede asumir que exista auto correlación (positiva ni negativa) (Figura 2).

En la Tabla 8 se observa la regresión lineal a través de la incorporación de diferentes modelos:

En el modelo 1 (sig = 0,000) aparecen las variables relacionadas con la imagen corporal (factor 3) (sig <0,001) con signo positivo, de manera aquellos que muestran un interés importante en cómo le queda la ropa, cambiaría su físico y le gustaría ser más delgado/a, tiene mayor probabilidad de padecer TCA.

Tabla 7. Resumen del modelo (variable dependiente índice SCOOF).

Modelo	Variables de ingreso	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Durbin-Watson
1	Factor 3	0,841	0,707	0,706	
2	Factor 3 Factor 1	0,854	0,730	0,729	
3	Factor 3 Factor 1 Edad	0,862	0,751	0,749	
4	Factor 3 Factor 1 Edad IMC	0,866	0,764	0,762	1,892

Figura 2. Dispersión del índice SCOOF.

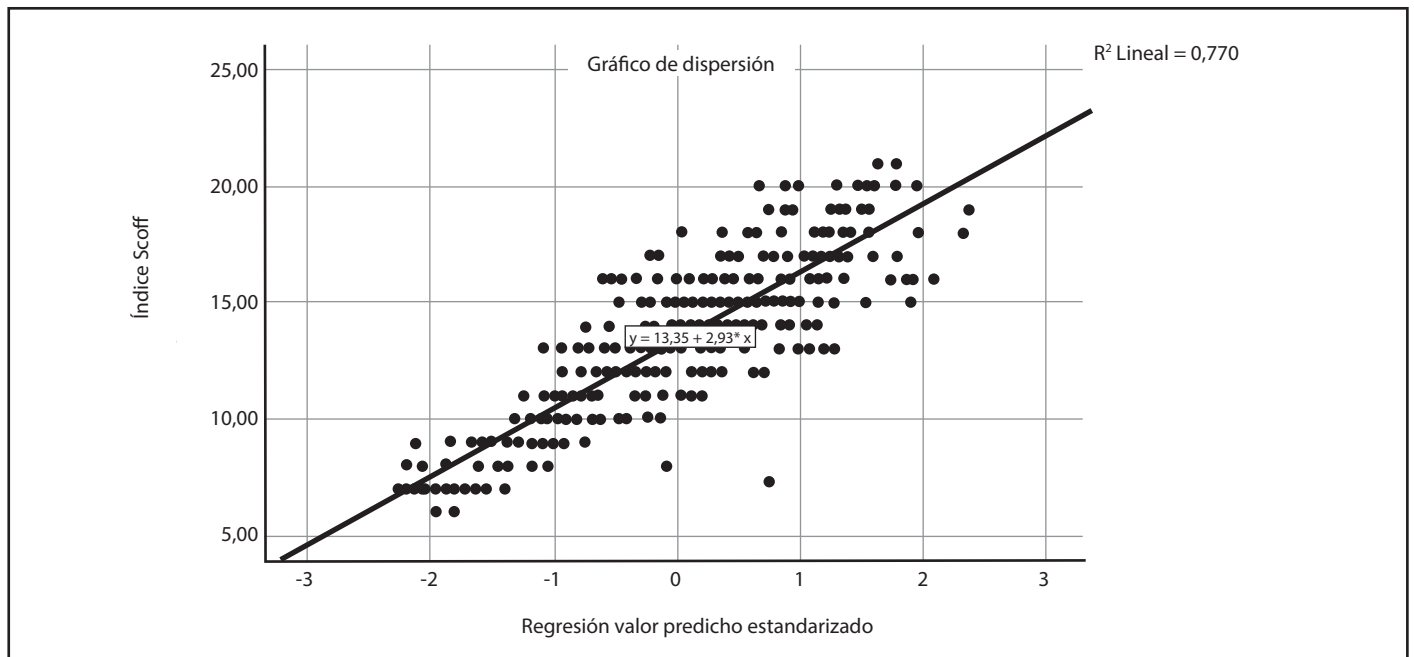


Tabla 8. Análisis de regresión lineal.

Variabes	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Imagen corporal	0,841**	0,832**	0,779**	0,780**
Cooperación social y económica con familia y amigos		-0,152**	-0,139**	-0,145**
Edad			0,128**	0,108**
IMC				0,081*

** La correlación es significativa en el nivel 0,001.

*La correlación es significativa en el nivel 0,005.

El modelo 2 (sig = 0,000) contiene las variables relacionadas con la imagen corporal (factor 3) (sig <0,001) y la cooperación social y económica (en negativo) (factor 1) (sig <0,001). Para este caso, cuando no existe ayuda intergrupala de iguales, dispone de menos ingresos que sus compañeros o no habla con sus padres ante los problemas aumenta el peligro de padecer TCA.

En el modelo 3, a los anteriores factores (sig <0,000) se añade la edad (sig <0,001), mostrando que conforme la población estudiada se hace más adulta existe más riesgo de padecer TCA.

Por último, en el modelo 4 (sig <0,001) se añade el IMC (sig = 0,002), el cual muestra que cuanto más alto es este indicador mayor riesgo de tener un desorden en la alimentación.

En síntesis, se observa que la preocupación por la imagen corporal es la que mantiene mayor peso explicativo ante el peligro de manifestar TCA, seguido por cooperación social y económica con familia y amigos, la edad y el IMC. Y han sido excluidas del modelo el sexo y el factor relación con los amigos, puesto que no aumentaban de forma significativa la varianza explicada.

El último de los objetivos del trabajo era observar en qué grado se relacionaba el peligro de padecer TCA en el rendimiento deportivo y académico de los adolescentes. Las respuestas a las preguntas planteadas a este respecto responden a un baremo tipo Likert desde "sí, habitualmente" y "no, nunca".

La Tabla 9 muestra que existe correlación significativa entre puntuaciones positivas en Scoff y dormir poco, problemas en la concentra-

Tabla 9. Correlaciones entre índice Scoff y rendimiento deportivo y académico (N = 393).

	Scoff	Horas de sueño diarias	¿Te cuesta concentrarte?	¿Te sientes cansado?	¿Te sientes cansado en los entrenamientos?
Scoff					
Correlación de Pearson	1	-0,251**	-0,122*	-0,193**	-0,376**
Sig. (bilateral)		<0,001	0,01	<0,001	<0,001

*La correlación es significativa en el nivel 0,05.

**La correlación es significativa en el nivel 0,005.

ción, cansancio físico y psicológico. La variable con mayor correlación encontrada es el cansancio tras los entrenamientos. O lo que es igual, cuanto más cansado te encuentras fruto de la actividad física mayor peligro para padecer TCA.

Discusión y conclusiones

El propósito del estudio fue evidenciar cuales son los factores individuales y sociales que apoyan y perpetúan el peligro de padecer trastornos alimenticios, además de analizar las posibles consecuencias en el rendimiento deportivo y académico de los adolescentes deportistas.

Los principales hallazgos de este estudio muestran una mayor prevalencia de peligro de presentar TCA en la población joven que practica deporte en comparación con otros estudios para la misma franja de edad (Villegas-Moreno, 2021)¹⁶. Incluso más, que la población deportista manifieste mayor prevalencia de peligro de presentar TCA también está relacionado con el tipo de deporte. Existen trabajos que apuntan en esta dirección debido a las exigencias o cánones considerados beneficiosos para el rendimiento (véanse, entre otros, Baile *et al.*, 2021²⁷; Monserrat *et al.*, 2021¹⁹).

También, a diferencia de otros trabajos, no existen diferencias por sexo, en los que muestran un mayor trastorno en la población femenina (Torres, 2019¹¹; Schaefer y Thompson, 2014¹²), ya que ni los datos descriptivos, ni los valores de significatividad en la regresión lineal lo apoyan. Por lo cual, planteamos la necesidad de trabajar en la prevención desde una perspectiva más etaria y menos de género. Considerando la edad como un factor más predictivo. Esto puede ser debido a que, tanto hombres como mujeres se encuentran en una etapa de crecimiento y desarrollo constante y continuamente evaluándose y comparándose con "los otros" bien sean compañeros de clase, centro educativo o equipo deportivo o, más allá, personajes famosos observados a través de las redes sociales. No obstante, y debido a los resultados encontrados, consideramos importante e interesante para la prevención realizarla desde épocas anteriores a la etapa adolescente (previo a los 12 o 13 años).

Otro aspecto a resaltar es la inexistencia de relación entre los valores objetivos y subjetivos de imagen corporal. El hecho de que gran parte de los encuestados manifiestan sentirse gordos a pesar de que los datos sobre el IMC muestran que la gran mayoría se encuentran en normopeso pone de manifiesto dos ideas principales apoyadas por los datos del presente estudio: 1) la presencia de distorsión corporal; 2) la insatisfacción corporal. Ambas están relacionadas con los cánones de belleza actuales (véase, Villegas-Moreno, 2021)¹⁶, en los que la insatisfacción corporal se encuentra referido a la grasa corporal (Neves *et al.*, 2017)³¹.

En consecuencia, existe una línea bien definida en cuanto a peligro de padecer TCA y la relación con la imagen corporal. Cuestión que el resultado de la regresión lineal muestra de forma clara, puesto que se pone de manifiesto que el mayor peso explicativo lo tiene la insatisfacción con la imagen corporal, pese al normopeso encontrado. En segundo lugar, aunque expliquen en menor grado el peligro de TCA, las relaciones de cooperación social y económica se convierten en otro factor que explica el modelo, hasta el punto que cuanto menos cooperación social

y económica tienen los jóvenes con sus iguales y familiares aumenta la probabilidad de padecer trastornos de la conducta alimentaria.

De igual modo, los datos demuestran, para nuestro caso, que las redes sociales, en su conjunto, no manifiestan relación significativa con el peligro de manifestar TCA. Ahora bien, que no sea el factor más determinante frente al peligro de manifestar TCA, pone de manifiesto que no es el consumo en sí de las redes un elemento a la hora de definir la TCA, sino el uso a la hora de utilizarlo como herramienta de relación y aspiración. O lo que es igual, seguir a alguien que es guapo/a, *per se*, no supone peligro, pero este aparece cuando ese seguimiento se utiliza como comparación y modelo a seguir y/o imitar porque manifiesto insatisfacción con mi cuerpo y quiero parecerme a él/ella (Aznar *et al.*, 2020³²; Romo del Olmo, 2020²⁴).

En cuanto a la relación de manifestar TCA y el rendimiento deportivo y académico encontramos que existe una relación entre el peligro de manifestar TCA y sentirse cansado en su día a día, descansar poco y tener problemas de concentración. Lo que demuestra, como resaltan otros trabajos, la relación entre problemas fisiológicos y psicológicos con TCA (ACAB, 2020; Asociación Estadounidense de Psiquiatría, 2013²; Contreras *et al.*, 2021³³).

En nuestro caso, el cansancio y peligro de manifestar TCA no tiene que ver con las horas de práctica deportiva, a diferencia de estudios previos donde el tiempo dedicado a la práctica deportiva se relaciona positivamente con el peligro de manifestar TCA (Baquero, 2020²¹; Ventura-Cruz *et al.*, 2022³⁴ y Márquez S, 2008³⁵). Esta situación puede verse explicada porque la práctica de ejercicio se encuentra pautada y controlada por los entrenadores debido a su enfoque competitivo. No obstante, si además de la práctica deportiva pautada por su club, realizan más actividad deportiva y alcanzan un cansancio mayor si corren ese riesgo, puesto que ese "exceso" si tiene dosis narcisistas más que competitivas.

En definitiva y para terminar, pese a las limitaciones, entendemos que el presente estudio tiene un alto valor explicativo y justificativo lo que nos permite enumerar varias propuestas de acción:

Una, realizar programas de prevención desde edades tempranas puesto que, como se ha demostrado, el peligro aumenta conforme aumenta la edad.

Dos, implementar programas de promoción de la salud donde además de trabajar con los hábitos alimenticios y deportivos también se tratan aspectos relacionados con la imagen corporal.

Tres, diseñar intervenciones basadas en la edad, además del género, puesto que cada vez más los datos son similares entre hombres y mujeres en cuanto a insatisfacción de la imagen corporal y peligro de TCA.

Cuatro, también en el diseño de las intervenciones prestar atención diferenciada a la población deportista y no deportista, puesto que como hemos observado los deportistas manifiestan tasas muy elevadas de peligro de TCA. Incluso, dentro del grupo de deportistas, se recomienda diferenciar según modalidad tanto para el diagnóstico como para la prevención e intervención.

Por último, queremos señalar, para terminar, dos cuestiones: primera, que los jóvenes participantes del estudio no se encuentran diagnosticados por lo que se pone de manifiesto que la preocupación excesiva por el físico puede derivar en comportamiento o actitudes que afecten a la salud antes de que la enfermedad sea diagnosticada. Incluso más, si nunca llegan a diagnosticarse estas comorbilidades pueden afectar continuamente en

el estilo de vida. Y segunda, que los resultados plantean el desarrollo de estudios longitudinales en los cuales se observe, en el tiempo, la variabilidad de las diferentes dimensiones analizadas y su grado de influencia con el peligro de manifestar TCA.

Financiación

Apoyo de financiación recibido por la Universidad de Almería a través del programa "UAL TRASFIERE 2022".

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Gómez C, Mijan de la Torres A, Palma S, Rodríguez P, Matia P, Loria V, *et al.* Consenso sobre la evaluación y el tratamiento nutricional de los trastornos de la conducta alimentaria: anorexia nerviosa, bulimia nerviosa, trastorno por atracón y otros. *Nutrición Hospitalaria*. 2018;35(2):489-94.
- Asociación Estadounidense de Psiquiatría. DSM-V. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder*. Arlington: Washinton, EEUU, 2013.
- Modica CA. The associations between Instagram use, selfie activities, appearance comparison, and body dissatisfaction in adult men. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2020;23(2):90-9.
- Behar R, Arancibia M. DSM-V y los trastornos de la conducta alimentaria. *Revista Chilena de neuro-psiquiatría*. 2014;52(1):22-33.
- Ponce C, Turpo K, Salazar C, Viteri-Condori L, Carhuancho J, Taype Á. Trastornos de la conducta alimentaria en estudiantes de medicina de una universidad de Perú. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2017;43(4):1-12.
- Ávila J, Park K, Golden N. Trastornos de la alimentación en adolescentes. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2019;52(51):48-57.
- Vela BL, Alarcón SH, Rodríguez AM. Revisión de las herramientas en español para la detección de los trastornos del comportamiento alimentario en adultos. *Rev Esp Nutr Comu*. 2014;20(3):109-17.
- Wang ML, Peterson KE, McCormick MC, Austin SB. Environmental factors associated with disordered weight-control behaviours among youth: A systematic review. *Public Health Nutrition*. 2013;17(7):1-14. <http://doi.org/10.1017/S1368980013001407>
- Festinger L. A theory of social comparison processes. *Human Relations*. 1954;7:117-40.
- Fitzsimmons-Craft EE, Bardone-Cone AM, Bulik CM, Wonderlich SA, Crosby RD, Engel SG. Examining an elaborated sociocultural model of disordered eating among college women: The roles of social comparison and body surveillance. *Body Image*. 2014;11(4):488-500. <http://doi.org/10.1038/jid.2014.371>.
- Torres V. Trastornos de la conducta alimentaria: anorexia y bulimia nerviosa. *Inteligencia Epidemiológica*. 2019;9(1):33-8.
- Schaefer LM, Thompson JK. The development and validation of the Physical Appearance Comparison Scale-Revised (PACS-R). *Eating Behaviors*. 2014;15(2):209-17. <http://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2014.01.001>.
- Ferreiro F, Seoane G, Senra C. Gender-related risk and protective factors for depressive symptoms and disordered eating in adolescence: A 4-year longitudinal study. *Journal of Youth and Adolescence*. 2012;41(5):607-622. <http://doi.org/10.1007/s10964-011-9718-7>.
- Veses AM, Gómez-Martínez S, Pérez de Heredia F, Esteban-Cornejo I, Castillo R, Esteche S, *et al.* Cognition and the risk of eating disorders in Spanish adolescents: The AVENA and AFINOS studies. *European Journal of Pediatrics*. 2014;174(2):229-36. <http://doi.org/10.1007/s00431-014-2386-3>.
- Letelier V. *Predictores de severidad en trastornos de conducta alimentaria en población clínica adulta*. Universidad Católica de Chile: Santiago, Chile, 2021.
- Villegas-Moreno MJ, Londoño-Pérez C. *Modelo predictivo de insatisfacción con la imagen corporal*. Universidad Católica de Colombia: Bogotá, Colombia, 2021.
- Gaete V, Lopez, C. Trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes. Una mirada integral. *Revista Chilena de Pediatría*. 2020;91(5):784-93.

18. Klump KL. Puberty as a critical risk period for eating disorders: A review of human and animal studies. *Hormones and Behavior*. 2013;64(2):399-410.
19. Monserrat Hernández M, Arjona Garrido Á, Checa Olmos JC, Salguero García D. Relationship between Negative Running Addiction and Eating Disorder Patterns in Runners. *Nutrients*. 2021;13(12):43-4.
20. Villar MG. Relación entre una práctica excesiva de ejercicio físico y los trastornos de la conducta alimentaria: Una revisión sistemática. *Trastornos de la conducta alimentaria*. 2017;25:2766-94.
21. Baquero F. *Trastornos de la conducta alimentaria en adolescentes: Hospital Infantil Universitario de San José Carrera*. 2020. Disponible en: <https://www.hospitalinfantildesanjose.org.co/pediatria/trastornos-de-la-conducta-alimentaria-en-adolescentes>
22. Associació Contra l'Anorèxia i la Bulímia ¿Qué son los TCA? 2020 <https://www.acab.org/es/los-trastornos-de-conducta-alimentaria/que-son-los-tca>. (Acces 09/01/23).
23. Pérez Sinusía M, Cassany Comas D. Escribir y compartir: Prácticas escritas e identidad en los adolescentes en Instagram. *Aula de Encuentro*. 2018;20(2). <https://doi.org/10.17561/ae.v20i2.5>
24. Romo del Olmo M. *Influencia de las redes sociales en la satisfacción de la imagen corporal de las adolescentes. Un proyecto de prevención*. Trabajo de Grado en Psicología. Universidad de Cádiz: Cádiz, Spain, 2020.
25. Chardon ML, Janicke DM, Carmody JK, Dumont-Driscoll MC. Youth internalizing symptoms, sleep-related problems, and disordered eating attitudes and behaviors: A moderated mediation analysis. *Eating behaviors*. 2016;21:99-103.
26. Morgan JF, Reid F, Lacey JH. The SCOFF questionnaire: assessment of a new screening tool for eating disorder. *British of Medicine Journal*. 1999;319:1467-18.
27. Baile Ayensa JI, Villamediana A. Factores de riesgo en trastornos de la conducta alimentaria en deportistas de alto rendimiento. Revisión sistemática. *Clínica Contemporánea*. 2021;12(2).
28. Groves RM. *Survey errors and survey cost*. New York: John Wiley & Sons. Jáñez, L. *Fundamentos de Psicología Matemática*. Madrid: Pirámide; 1989.
29. Alvero-Cruz JR, Carnero EÁ, Fernández-García JC, Expósito JB, de Albornoz Gil MC, Sardinha LB. Validez de los índices de masa corporal y de masa grasa como indicadores de sobrepeso en adolescentes españoles: estudio Esccola. *Medicina Clínica*. 2010;135(1):8-14.
30. Hair JF Jr, Black WC, Babin BJ, Anderson RE. *Multivariate data analysis*. Prentice Hall: New York, EEUU, 2010.
31. Neves CM, Cipriani FM, Meireles JFF, da Rocha Morgado FF, Ferreira MEC. Body image in childhood: An integrative literature review. *Revista Paulista de Pediatria*. 2017;35(3):331.
32. Aznar Díaz I, Kopecký K, Romero Rodríguez JM, Cáceres Reche MP, Trujillo Torres JM. Patologías asociadas al uso problemático de Internet. Una revisión sistemática y metaanálisis en WOS y Scopus. *Investigación bibliotecológica*. 2020;34(82):229-53.
33. Contreras Moreno SY, Arias Moreno NV. *Adolescentes con características asociadas a los trastornos de conducta alimentaria y estrategias de afrontamiento: revisión sistemática*. Universidad de Tunja: Tunja, Colombia, 2021.
34. Ventura-Cruz VA, Pacheco LM, Peña-Polanco JJ, Cruceta-Gutiérrez JF, Arias-Ureña JL, Bennisar-García MI. Relación entre imagen corporal e índice de actividad física en adolescentes. *Polo del Conocimiento*. 2022;7(6):743-55.
35. Márquez S. Trastornos alimentarios en el deporte: factores de riesgo, consecuencias sobre la salud, tratamiento y prevención. *Nutrición Hospitalaria*. 2008;23(3):183-90.

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

⁽¹⁾ Presencial ⁽²⁾ Semipresencial

MÁS INFORMACIÓN:



968 27 88 01



ucam.edu

Sobre las bebidas energéticas

About energy drinks

Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED)

Recientemente se ha recogido en diferentes medios de comunicación la intención de siete comunidades autónomas de regular la venta de bebidas denominadas "energéticas" a menores de 18 años. Galicia ha dado los primeros pasos para su prohibición a menores de 18 años a partir de 2024, pero ¿existe normativa actual que regule el consumo de bebidas estimulantes?, ¿cuál es el peligro desde el punto de vista médico de su consumo?

La práctica totalidad de las mismas contienen diferentes ingredientes como alto contenido en cafeína, y mínimas cantidades de taurina, ginseng, guaraná... todos ellos estimulantes; sin embargo, no todas las presentaciones contienen azúcar. Existen presentaciones "zero", por lo tanto, esta variedad no aporta energía y no debería encuadrarse dentro de las bebidas energéticas.

Si el ingrediente que da lugar a la categoría es la cafeína, por ejemplo, y ésta es una sustancia estimulante, el nombre debería ir en consonancia a su composición y uso: bebida estimulante.

Hasta ahora no hay regulación en la Unión Europea (UE) de bebidas estimulantes, mal denominadas bebidas energéticas. Hay países que tienen regulada su composición como Austria, Lituania, Letonia y Alemania.

En España hay legislación, R 650/2011 de bebidas refrescantes, donde estarían incluidas, pero no es suficientemente específica.

Si la UE no regula, la SEMED entiende que España debería regular su denominación a nivel nacional, aunque exista algún aspecto, como leyenda precautoria, que es competencia de la UE:

- Composición: Siendo bebidas con un contenido superior a 15 mg de cafeína/100 ml, incluyendo también en la regulación los "shots".
- Tamaño máximo. Para bebida energética no debería exceder los 250 ml.
- Regular la venta a menores de 18 años.
- No proporcionar muestras gratuitas del producto ni en competiciones deportivas, para no relacionar este consumo con la práctica de la actividad física, ejercicio físico y del deporte, ni entornos escolares (primaria, secundaria y bachillerato).
- Por último, como a través del Reglamento 1169/2011 está regulada la leyenda para los productos altos en cafeína distintos del café, té o sus derivados, en las que la denominación del alimento incluya las palabras "café" o "té", España, como Presidencia de la Unión Europea, debería pedir a la Comisión Europea que inicie la modificación del Reglamento 1169/2011 para que la leyenda sea: "Contenido elevado de cafeína. No recomendado para menores de edad ni mujeres embarazadas o en período de lactancia", en el mismo

campo visual que la denominación de la bebida, seguida de una referencia, entre paréntesis, de la cantidad de cafeína por 100 ml.

La Organización Mundial de la Salud de Europa, en sus perfiles nutricionales de 2023, encuadra, las bebidas energéticas en un subgrupo dentro del grupo de las bebidas no alcohólicas, al igual que zumos y néctares, leche y lácteos, bebidas vegetales, agua y bebidas refrescantes, aromatizadas.

La recomendación de la autoridad europea de seguridad alimentaria (EFSA) es no superar los 400 mg de cafeína/persona/día, pero hay que entenderlo como una cantidad a repartir a lo largo de 24 horas. Con una bebida estimulante, ese consumo, se concentra en 10-30 minutos, lo que supone un efecto fisiológico, totalmente distinto. El problema no es la cantidad de cafeína/persona/día que se consume, ya que está calculada para consumirla repartida lo largo de 24 horas, sino cuando se consume concentrada (160 mg) en un solo acto en un espacio de tiempo muy corto.

El alto contenido en cafeína por cada 100 ml es la cualidad potencialmente más peligrosa para la salud. Además, los envases son habitualmente grandes 500 ml y se ingieren rápido.

Entre los efectos secundarios se encuentran: molestias gastrointestinales, ansiedad, inquietud, nerviosismo, temblor, cefalea, irritabilidad, dependencia, agitación psicomotora, úlcera péptica, ataques epilépticos...

A nivel cardiológico el incremento de niveles de catecolaminas facilita la sobrecarga de calcio citoplasmático pudiendo desencadenar arritmias auriculares y ventriculares. También vasoespasmo coronario, incremento de la agregación plaquetaria, disfunción endotelial, todos ellos favorecedores de isquemia miocárdica aguda y arritmias ventriculares como consecuencia de la isquemia anteriormente citada.

Asimismo, las bebidas estimulantes se combinan frecuentemente con alcohol, lo que favorece la deshidratación por incremento de la diuresis y más en condiciones de sudoración (exterior e interior de locales), facilitando la aparición de arritmias.

Estas bebidas pueden enmascarar canalopatías hereditarias como síndrome del QT largo a través de la liberación de catecolaminas o síndrome de Brugada a través de la inactivación de los canales de sodio causada por la taurina.

Por todos estos motivos, desde la Sociedad Española de Medicina del Deporte se hace un llamamiento a las autoridades competentes para la regulación del suministro y denominación de este tipo de bebidas, con el fin último de proteger la salud de los ciudadanos en general y menores de 18 años en particular.

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

Normas de publicación

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

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

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

Las citas bibliográficas se expondrán del modo siguiente:

- **Revista:** Número de orden; apellidos e inicial del nombre de los autores del artículo sin puntuación y separados por una coma entre sí (si el número de autores es superior a seis, se incluirán los seis primeros añadiendo a continuación et al.); título del trabajo en la lengua original; título abreviado de la revista, según el World Medical Periodical; año de la publicación; número de volumen; página inicial y final del trabajo citado. Ejemplo: 1. Calbet JA, Radegran G, Boushel R, Saltin B. On the mechanisms that limit oxygen uptake during exercise in acute and chronic hypoxia: role of muscle mass. *J Physiol*. 2009;587:477-90.
 - **Capítulo en libro:** Número de orden; autores, título del capítulo, editores, título del libro, ciudad, editorial, año y páginas. Ejemplo: Iselin E. Maladie de Kienbock et Syndrome du canal carpien. En: Simon L, Alieu Y. *Poignet et Medecine de Reeducation*. Londres: Collection de Pathologie Locomotrice Masson; 1981. p. 162-6.
 - **Libro.** número de orden; autores, título, ciudad, editorial, año de la edición, página de la cita. Ejemplo: Balias R. *Ecografía muscular de la extremidad inferior. Sistemática de exploración y lesiones en el deporte*. Barcelona. Editorial Masson; 2005. p. 34.
 - **Material electrónico,** artículo de revista electrónica: Ejemplo: Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis*. (revista electrónica) 1995 JanMar (consultado 05/01/2004).
Disponible en: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>
7. La Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE comunicará la recepción de los trabajos enviados e informará con relación a la aceptación y fecha posible de su publicación.
 8. ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE, oídas las sugerencias de los revisores (la revista utiliza el sistema de corrección por pares), podrá rechazar los trabajos que no estime oportunos, o bien indicar al autor aquellas modificaciones de los mismos que se juzguen necesarias para su aceptación.
 9. La Dirección y Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE no se responsabilizan de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores de sus trabajos.
 10. Envío de los trabajos: Los trabajos destinados a publicación en la revista Archivos de Medicina del Deporte se enviarán a través del sistema de gestión editorial de la revista (<http://archivosdemedicinadeldeporte.com/revista/index.php/amd>).

Ética

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

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

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

Campaña de aptitud física, deporte y salud



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

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

Analizador de Lactato Biosen C-line

Medición de glucosa y lactato con **precisión de laboratorio** en una sola prueba



CLINIC

20 muestras de manera automática
Disponibles en:
1 canal de medición: lactato o glucosa
2 canales de medición: lactato y glucosa

GP+

5 muestras de manera automática
Disponibles en:
1 canal de medición: lactato o glucosa
2 canales de medición: lactato y glucosa

COSTE REDUCIDO DE OPERACIÓN

FÁCIL DE UTILIZAR

- Pantalla táctil multilingüe con instrucciones paso a paso
- Sólo se necesitan 20 µl de sangre, plasma o suero
- Resultados entre 20 y 45 segundos en función del modo de calibración
- Hasta 120 resultados por hora
- Detección automática de las cubetas a analizar
- Sensores de chip fácilmente intercambiables

EXACTO Y CONFIABLE

- Método enzimático amperométrico con tecnología de sensor de chip
- Intervalo de medición: **glucosa 0,5 - 50 mmol/L; lactato 0,5 - 40 mmol/L**
- Precisión lm: CV ≤ 1,5 % (12 mmol/L)
- Las cubetas de reacción suprimen la necesidad de dilución manual
- El innovador diseño de aguja y permutador elimina el riesgo de contaminación cruzada
- 3 modos de calibración

MÁXIMA EFICACIA Y COMODIDAD

- Opción de canal doble: resultados de glucosa y/o lactato a partir de una sola muestra
- Sensor de larga duración: glucosa 60 días / 7.500 pruebas; lactato 50 días / 6.000 pruebas
- Muestras estables en cubeta hasta 5 días (refrigeración recomendada)

MANEJO EFICAZ DE LOS DATOS

- Conectividad con PC, red e impresora mediante la interfaz RS232C
- Guarda hasta 1.000 resultados
- Lector de códigos de barras integrado (opcional)

CLINIC



GP+

