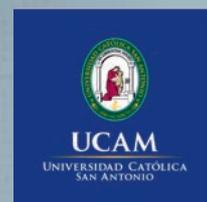


Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

213

Volumen 40 (1)
Enero - Febrero 2023



ORIGINALES

Asociación entre la actividad física extraescolar con la condición física, estilo de vida y expediente

Efectos del *foam roller* sobre la capacidad de salto en deportistas: una revisión sistemática

Entrenamiento intervalado de alta-intensidad en el adulto mayor sano. Una revisión sistemática

Lesiones y enfermedades durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021: un estudio epidemiológico

Formation of medical information model for rehabilitation of highly qualified athletes

X JORNADAS INTERNACIONALES DE MEDICINA DEL DEPORTE





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 Lecumberrí

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

Oriol Abellán Aynés

Comité Editorial

Norbert Bachl. Centre for Sports Science and University Sports of the University of Vienna. Austria. **Araceli Boraita.** Servicio de Cardiología. Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de deportes. España. **Mats Borjesson.** University of Gothenburg. Suecia. **Josep Brugada Terradellas.** Hospital Clinic. Universidad de Barcelona. España. **María Cascais.** Presidenta de la Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva. Lisboa (Portugal). **Ana Cintrón-Rodríguez.** Puerto Rico. Departamento de Medicina Física y Rehabilitación VA Caribbean Healthcare System. San Juan. Puerto Rico. **Nicolas Christodoulou.** President of the UEMS MJC on Sports Medicine. Chipre. **Demitri Constantinou.** University of the Witwatersrand. Johannesburgo. Sudáfrica. **Jesús Dapena.** Indiana University. Estados Unidos. España. **Walter Frontera.** Universidad de Vanderbilt. Past President FIMS. Estados Unidos. **Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea.** Médico responsable nutrición y fisiología del esfuerzo. Hospital Quirón. San Sebastián. **Dusan Hamar.** Research Institute of Sports. Eslovaquia. **José A. Hernández Hermoso.** Servicio COT. Hospital Universitario Germans Trias i Pujol. España. **Pilar Hernández Sánchez.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Anca Ionescu.** University of Medicine "Carol Davila". Bucarest. Rumanía. **Markku Jarvinen.** Institute of Medical Technology and Medical School. University of Tampere. Finlandia. **Anna Jegier.** Medical University of Lodz. Polonia. **Peter Jenoure.** ARS Ortopedica, ARS Medica Clinic, Gravesano. Suiza. **José A. López Calbet.** Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España. **Javier López Román.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Alejandro Lucía Mulas.** Universidad Europea de Madrid. España. **Emilio Luengo Fernández.** Servicio de Cardiología. Hospital General de la Defensa. España. **Nicola Maffully.** Universidad de Salerno. Salerno (Italia). **Alejandro Martínez Rodríguez.** Universidad de Alicante. España. **Estrella Núñez Delicado.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Sakari Orava.** Hospital Universitario. Universidad de Turku. Finlandia. **Eduardo Ortega Rincón.** Universidad de Extremadura. España. **Nieves Palacios Gil-Antuñano.** Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deportes. España. **Antonio Pelliccia.** Institute of Sport Medicine and Science. Italia. **Fabio Pigozzi.** University of Rome Foro Italico, President FIMS. Italia. **Yannis Pitsiladis.** Centre of Sports Medicine. University of Brighton. Inglaterra. **Per Renström.** Stockholm Center for Sports Trauma Research, Karolinska Institutet. Suecia. **Juan Ribas Serna.** Universidad de Sevilla. España. **Peter H. Schober.** Medical University Graz. Austria. **Jordi Segura Noguera.** Laboratorio Antidopaje IMIM. Presidente Asociación Mundial de Científicos Antidopajes (WAADS). España. **Giulio Sergio Roi.** Education & Research Department Isokinetic Medical Group. Italia. **Luis Serratos Fernández.** Servicios Médicos Sanitas Real Madrid CF. Madrid. España. **Nicolás Terrados Cepeda.** Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Universidad de Oviedo. España. **José Luis Terreros Blanco.** 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.



ANALIZADOR de LACTATO LAK-EN310



La App permite la exportación de datos en formato .CSV
No realiza gráficos

OFERTA PLAN RENOVE

Haznos llegar tu analizador de Lactato antiguo y te enviaremos un **Lak-EN310 y 50 tiras reactivas** por solo **122,21 €**



- ✓ Tiempo de análisis: solo 10 segundos
- ✓ Solo requiere 0,8 µl de sangre
- ✓ Rango de medición: 0,5 – 18,0 mmol/L
- ✓ Las tiras incluyen electrodos de oro que mejoran la fiabilidad y precisión de los resultados
- ✓ Memoria para 800 resultados
- ✓ Incluye una App en Android e iOS para la transmisión de datos vía Bluetooth



Laktate
www.laktate.com

619 284 022



Archivos

de medicina del deporte

Volumen 40(1) - Núm 213. Enero - Febrero 2023 / January - February 2023

Sumario / Summary

Editorial

Fisiología clínica y prescripción de ejercicio físico en el medio hospitalario

Clinical physiology and prescription of physical exercise in the hospital environment

Fco. Javier Rubio Pérez..... 6

Originales / Original articles

Asociación entre la actividad física extraescolar con la condición física, estilo de vida y expediente

Impact/relationship of extracurricular physical activity practice on physical fitness, lifestyle, and academic record

Cesar I. Fernandez-Lazaro, Diego Fernández-Lázaro..... 9

Efectos del foam roller sobre la capacidad de salto en deportistas: una revisión sistemática

Effects of foam roller on jumping ability in athletes: a systematic review

Miguel Alarcón Rivera, Pablo Valdés Badilla, Aldo Martínez Araya, Sebastián Astorga Verdugo, Leonardo Lagos, Mario Muñoz, Eduardo Guzmán Muñoz..... 17

Entrenamiento intervalado de alta-intensidad en el adulto mayor sano. Una revisión sistemática

High-intensity interval training in the healthy elderly. A systematic review

Pilar Labrin, Nicol Paris, Victoria Torres, Humberto Castillo-Quezada, Claudio Hernández-Mosqueira..... 24

Lesiones y enfermedades durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021: un estudio epidemiológico

Injuries and illnesses during the Wheelchair Basketball South America Championships 2021: an epidemiological study

Diego J. Bogado, Rodrigo A. Martínez Stenger, Jessica E. Blajman, Gonzalo M. Santiago, Carina S. Palma, Valeria N. Quiróz, Máximo Barrios, Elisa N. Mamani 30

Formation of medical information model for rehabilitation of highly qualified athletes

Formación de modelo de información médica para la rehabilitación de atletas altamente calificados

Wei Wang, Yan Hao Tu, Elena Kozlova, Ke Wu Fang..... 40

X Jornadas Internacionales de Medicina del Deporte

Comunicaciones orales

Oral communications 49

Normas de publicación / Guidelines for authors 64

Fisiología clínica y prescripción de ejercicio físico en el medio hospitalario

Clinical physiology and prescription of physical exercise in the hospital environment

Fco. Javier Rubio Pérez

Responsable Unidad de Medicina del Deporte Hospital Universitario Sant Joan de Reus y del Hospital Comarcal de Amposta-Centro de Tecnificación Deportiva Terres de l'Ebre.

Profesor Asociado Facultad Ciencias de la Salud-URV.

Vocal Junta de Gobierno de la Sociedad Española de Medicina del Deporte.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00114

La fisiología es la parte de la biología que estudia los órganos y el funcionamiento del organismo. La fisiología del ejercicio es la rama de la fisiología que estudia el funcionamiento del cuerpo durante el ejercicio físico y las adaptaciones que se producen cuando este se realiza de forma regular.

La fisiología clínica, estudia en pacientes con enfermedades crónicas (psiquiátricas, neurológicas, metabólicas, cardiovasculares, pulmonares), la respuesta al ejercicio físico, las limitaciones que presentan al mismo y utiliza el ejercicio físico como un recurso terapéutico más (prescripción de ejercicio físico).

La evidencia de la relación positiva entre actividad física o ejercicio físico con la salud es incuestionable, sobre todo durante las dos últimas décadas, en las que se han acumulado referencias que resaltan la importancia del ejercicio como tratamiento de primera línea de enfermedades crónicas, siendo una piedra angular en la prevención primaria y secundaria de al menos 35 patologías crónicas.

Las enfermedades crónicas no transmisibles, representan un grave problema de salud pública, son una de las principales causas de muerte y discapacidad tanto en países desarrollados como en desarrollo. Están directamente relacionadas con el estilo de vida, siendo el sedentarismo junto con el tabaquismo y la dieta desequilibrada, los principales factores de riesgo y responsables de casi el 60% de las muertes y del 46% de las enfermedades mundiales.

Las intervenciones en el estilo de vida deben ser la estrategia principal para la prevención y el tratamiento de enfermedades metabólicas debido a su seguridad y eficacia. La dieta razonable y el control del peso han recibido mucha atención, pero el papel del ejercicio a menudo es pasado por alto por médicos y pacientes.

La medicina avanza proporcionando tratamientos efectivos para muchas patologías que son accesibles para la mayor parte de la población, pero también, el avance científico viene demostrando sin ningún género de dudas que la práctica regular de ejercicio físico, incluso en intensidades bajas, es extraordinariamente efectivo tanto en la prevención como en el complemento del tratamiento de un número creciente de patologías crónicas. Recientes estudios, señalan que, realizando la mitad del ejercicio físico recomendado por la OMS, se conseguiría evitar hasta un 10% de los fallecimientos prematuros.

El ejercicio físico es una "polipíldora" y forma parte esencial de la medicina como se subraya tanto desde Estados Unidos por el *American College of Sports Medicine: "Exercise is Medicine"*, como en Europa por Pedersen y Satin: *"Exercise as Medicine"*.

La condición física es un excelente predictor de la expectativa y calidad de vida. Numerosos estudios muestran una asociación inversa, entre condición física y morbi-mortalidad en la población, más marcada en pacientes con factores de riesgo cardiovascular.

Valores fisiológicos como el consumo de oxígeno máximo ($VO_{2\text{máx}}$), constituye un excelente marcador de la capacidad cardiovascular máxima, observándose una relación casi lineal entre la disminución de la mortalidad y el aumento de la condición física (METs). Así por cada MET de mejora se produce un aumento del 12% de la esperanza de vida en hombres y del 17% en mujeres. Estos datos indican que la baja condición física es un factor de riesgo añadido, además de un predictor de morbi-mortalidad.

Del mismo modo, tener niveles más elevados de fuerza se asoció con una reducción del 40% del riesgo de muerte en mujeres y del 31% en hombres, incluso se cuantifica que por cada 5 Kg menos de fuerza en la mano, aumenta el riesgo de muerte en un 16%.

Correspondencia: Fco. Javier Rubio Pérez
E-mail: franciscojavier.rubio@salutsantjoan.cat

La fisiología clínica, es la rama de la fisiología del ejercicio que tras la valoración de los pacientes prescribe ejercicio físico.

La buena praxis de la fisiología clínica necesita: de un profundo conocimiento de la patología médica, de la fisiopatología del ejercicio y de la utilización de las pruebas de valoración funcional más adecuadas. Debiendo formar parte del tratamiento global del paciente.

La medicina del deporte integrada en un centro hospitalario, debe ser un servicio transversal capaz de valorar los pacientes derivados por otros Servicios. Tras una valoración, se debe realizar una prescripción de ejercicio físico individualizada y adaptada a las características propias de cada paciente, teniendo en cuenta los antecedentes médicos, el tratamiento, la situación funcional, aspectos socioeconómicos, culturales y preferencias del paciente para que el programa se pueda mantener sin que lo abandone, consiguiendo la adherencia, el disfrute y la seguridad de los participantes en el programa.

Existe un profundo desconocimiento de esta rama de la medicina del ejercicio a nivel institucional, por la mayor parte de los seguros privados de salud e incluso por nuestros propios compañeros médicos. Se debe poner en valor y reivindicar esta área de nuestra especialidad y para ello debemos formarnos y reciclarnos en fisiología clínica.

Los pacientes derivados a las unidades de medicina del deporte presentes en los hospitales están historiadados, tratados y estudiados con pruebas complementarias, que deberán ser complementadas con las que se considere necesario para obtener un adecuado perfil del paciente.

En la valoración se deberán realizar pruebas que evalúen las cualidades de la condición física relacionadas con la salud. Las pruebas pueden ser complejas: ergometrías, ergoespiometrías, isocinéticas o sencillas como el test de los 6 minutos, la dinamometría de prensión de mano o el test de sentarse y levantarse de una silla.

La utilización de la ergoespiometría es fundamental por la cantidad y calidad de datos que ofrece, permitiendo establecer de forma clara valores de riesgo de morbi-mortalidad. Se debe profundizar en la individualización fisiológica del programa, utilizando umbrales ventilatorios, de lactato, de disnea, de ángor, de claudicación.

Si no es posible la realización de ergoespiometrías, también son útiles las pruebas ergométricas indirectas que permiten la prescripción de ejercicio mediante la frecuencia cardíaca de reserva.

Una propuesta metodológica sería, la realización en una primera visita de una ergoespiometría (o ergometría), el test de la marcha de los seis minutos y la valoración de la fuerza mediante el dinamómetro de prensión de mano y test de levantarse y sentarse de una silla. Con los datos obtenidos y las características del paciente se prescribirá ejercicio físico. Posteriormente en los controles evolutivos se realizará el test de los seis minutos y la valoración de la fuerza con los test antes citados y con los datos obtenidos se valorará la evolución del paciente y se realizará una nueva prescripción de ejercicio físico.

El objetivo fundamental es mejorar las cualidades de la condición física que se relacionan con la salud y por tanto con la disminución del

riesgo cardiovascular y de la morbi-mortalidad: $VO_{2máx}$, tolerancia al esfuerzo-resistencia aeróbica, fuerza muscular, composición corporal, equilibrio y flexibilidad.

La prescripción de ejercicio físico, debe ser una receta, tal como se realiza con los medicamentos, que debe contener: tipo, intensidad, duración, número de repeticiones y de series, periodos de descanso, criterios de progresión, evolución, etc.

Los ejemplos más evidentes de la necesidad de la valoración y prescripción de ejercicio físico de calidad, incluyen la prehabilitación quirúrgica, la rehabilitación cardíaca, el COVID persistente, que vienen a sumarse a las patologías que habitualmente eran el objetivo de la prescripción, como las cardiovasculares, respiratorias, metabólicas, oncológicas, entre otras.

Nos encontramos en una situación en la que, aunque las evidencias científicas nos indican la bondad de la prescripción de ejercicio para la salud de los individuos y poblaciones y su efecto positivo a todos los niveles para los sistemas de salud, incluido el económico a medio y largo plazo, no se ofrece este servicio a la población de una forma extendida ni generalizada.

Hay que sensibilizar a los responsables sanitarios para que inviertan en un área médica que a medio y largo plazo mejora la salud de los individuos y de las poblaciones y representa un ahorro para los servicios públicos de salud.

Bibliografía recomendada

- Franco L. Fisiología clínica del Ejercicio: la fisiología del ejercicio aplicada a las patologías crónicas. *Arch Med Deporte*. 2017;34(2):62-4.
- Franco L. La prescripción de ejercicio físico, una necesidad. *Arch Med Deporte*. 2022;39(3):128-30.
- Bouchart C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JP, McPherson BD. Exercise, Fitness and Health. Champaign, IL. *Human Kinetics, Inc*; 1990;75-102.
- Schmitz KH, Courneya KS, Matthews C, Demark-Wahnefried W, Galvao DA, Pinto BM, et al. American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc*. 2010;42(7):1409-26.
- Mercier J, Pérez-Martin A, Bigard X, Ventura R. Muscle plasticity and metabolism effects of exercise and chronic diseases. *Mol Asp Med*. 1999;20:319-73.
- ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(1):111-7.
- Chakravathy MV, Joyner MJ, Booth FW. An obligation for primary care physicians to prescribe physical activity to sedentary patients to reduce the risk of chronic health conditions. *Mayo Clin Proc*. 2002;77(2):165-73.
- Franco L, Rubio FJ. Sedentarismo, actividad física y riesgo cardiovascular. En Millán J. *Medicina Cardiovascular. Arterioesclerosis*. Tomo I. Barcelona: MASSON; 2005;445-53.
- Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. Noviembre. 2010.
- Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, Paffenbarger RS, Gibbons LW, Macera CA. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA*. 1995;273(14):1093-8.
- Laukkainen JA, Lakka TA, Rauramaa R, Kuhanen R, Venalainen JM, Salonen R, et al. Cardiovascular fitness as a predictor of mortality in men. *Arch Intern Med*. 2001;161(6):825-31.
- Fiuzza-Luces C, Garatachea N, Berger NA, Lucia A. Exercise is the real polypharm. *Physiol*. 2013;28:330-58.
- Booth FW, Roberts CK, Laye MJ. Lack of Exercise Is a Major Cause of Chronic Diseases. *Physiological Society. Compr Physiol*. 2012;2:1143-211.

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



Índice

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



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

Índice

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

Información: www.feme.de.es

Asociación entre la actividad física extraescolar con la condición física, estilo de vida y expediente

Cesar I. Fernandez-Lazaro^{1,2}, Diego Fernández-Lázaro^{1,3}

¹Departamento de Biología Celular, Genética, Histología y Farmacología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Valladolid. Campus de Soria. Soria. ²Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. IdiSNA. Pamplona. ³Grupo de Investigación en Neurobiología. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. Valladolid.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00115

Recibido: 29/10/2021
Aceptado: 26/11/2021

Resumen

Introducción: El deporte extraescolar representa una estrategia para aumentar las horas de actividad física (AF) y estimular hábitos saludables. El objetivo del estudio fue evaluar la asociación de la AF extraescolar con la condición física (CF), el estilo de vida, la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), y el expediente.

Material y método: Los participantes 199 escolares (51,3% niñas) con una edad media de 9,9 (desviación estándar [DE] 1,4) años de 3 colegios de Soria, cumplimentaron cuestionarios validados para recoger hábitos de práctica deportiva y el estilo de vida. Se realizaron diferentes pruebas para evaluar la CF y el centro proporcionó información sobre el expediente académico.

Resultado: La media de horas semanales de AF practicada por el total de la muestra fue de 3,3 (DE 1,6) horas, y el 51,3% de los escolares realizaban AF extraescolar. Los resultados del estudio demostraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el índice de masa corporal, las horas de pantalla, y el expediente académico entre los alumnos de que realizan AF extraescolar y los que no la practicaban. Se observó una correlación negativa moderada entre las horas de AF semanales y las horas de pantalla semanales ($r = -0,46$, $p < 0,001$) y positiva moderadamente fuerte para el expediente académico ($r = 0,56$, $p < 0,001$). El modelo logístico de regresión multivariada determinó que los niños tienen una probabilidad más elevada de practicar AF (*odds ratio* [OR] 3,59, intervalo de confianza [IC] 95% 1,17-11,05) que las niñas. Además, la realización de AF extraescolar, se asoció significativamente con un menor número de horas de pantalla semanales (OR 0,68, IC 95% 0,57-1,81) y con un mejor expediente académico (OR 3,63, IC 95% 2,07-6,37).

Conclusión: Estos resultados refuerzan la necesidad de establecer estrategias de promoción y de gestión de entornos, que favorezcan el aumento de la AF extraescolar.

Palabras clave:

Actividad física. Extraescolares.
Horas de pantalla. Rendimiento académico. Calidad de vida relacionada con la salud. Condición física.

Key words:

Physical activity. Extracurricular. Screen time. Academic performance. Health-related quality of life. Physical condition.

Impact/relationship of extracurricular physical activity practice on physical fitness, lifestyle, and academic record

Summary

Introduction: The practice of physical activity (PA) triggers positive adaptations on health. Extracurricular sport activities represent a strategy to increase hours of PA. The aim of this study was to evaluate the impact of extracurricular PA on physical condition (PC), health-related quality of life (HRQoL), screen time, and academic level.

Material and method: In collaboration with three educational centers of Soria, the participants of the study completed several validated questionnaires related to PA information and lifestyle. Different physical tests were conducted to assess pupils' PC and the centers provided information related to academics.

Result: A total of 199 students (51.3% females), mean age 9.9 (standard deviation [ED] 1.4) years, were included in the study. Average weekly of PA hours was 3.3 (DE 1.6), and 51.3% of the pupils performed extracurricular sport activities. The results of the study showed statistically differences ($P < 0.05$) on body mass index, screening time, and academic records between those pupils that performed extracurricular sport activities and those that did not perform any extracurricular activity. We observed a moderate negative correlation between weekly PA hours and screen time ($r = -0.46$, $P < 0.001$) and a moderate strong positive correlation for academic records ($r = 0.56$, $P < 0.001$). The multivariate logistic regression model revealed that boys had a higher likelihood (odds ratio [OR] 3.59, confidence interval [CI] 95% 1.17-11.05) of practicing extracurricular sport activities compared to girls. Moreover, practicing extracurricular sport activities was significantly associated with lower screen time (OR 0.68, CI 95% 0.57-1.81) and better performance on academics (OR 3.63, CI 95% 2.07-6.37).

Conclusion: Our results reinforce the need to develop strategies for the promotion and management of environments that promote extracurricular sport activities.

Primer Premio a la mejor comunicación científica del XVIII Congreso Internacional de Medicina del Deporte, Murcia 2021

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

Introducción

El diseño del ser humano está adaptado para el movimiento. Incluso las células del cuerpo humano, como unidades básicas de vida, deben moverse para conservar su funcionalidad y mantener su ciclo vital. La carencia de movimiento es algo antinatural, que en nuestro comportamiento cotidiano ha ido aumentando hasta convertir el sedentarismo en un hábito¹. Además, la práctica de actividad física (AF) en la población general es cada vez menos frecuente, particularmente en niños. Estos bajos niveles de práctica de AF, unido a unos patrones alimentarios poco saludables han provocado un aumento alarmante en la incidencia de enfermedades crónicas y una disminución del estado general de salud². En este sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reportado que la inactividad física es el cuarto factor de riesgo de mortalidad más importante en todo el mundo³. Actualmente, algunos estudios han descrito que los niveles mundiales de AF en jóvenes de entre 11-17 años no cumplen la recomendación mínima de 60 minutos de actividad física diaria establecida por la OMS⁴. Del mismo modo, los resultados del estudio español ANIBES señalan que el 73% de las chicas de entre 9-17 años no cumplen las recomendaciones de la OMS, mientras que el porcentaje de chicos es del 45%⁵.

Con objeto de poder atenuar este grave problema de salud pública es necesario la promoción de la AF entre la población y especialmente entre los más jóvenes. Este rol podría ser asumido por las instituciones educativas puesto que establecen el contexto adecuado para la promoción de la AF⁶. La enseñanza escolar de la AF, sin estereotipos de género vinculados a su práctica, es el inicio de una estrategia para que los alumnos aprendan a desarrollar un estilo de vida activo y saludable⁷. Sin embargo, en España el actual desarrollo de los planes de estudio obvia la recomendación internacional de horas de educación física en el sistema pedagógico oficial, y, además, están muy alejadas de regular el tiempo extra lectivo para fomentar un impacto positivo en la AF⁸. Recientemente la Comisión Europea manifestó que España ocupa los últimos puestos en horas lectivas dedicadas a la AF, y a pesar de ello, no modificó el compromiso extracurricular relacionado con AF⁸.

Ante esta situación la AF extraescolar se debe plantear como una práctica saludable que permita fomentar, como actividad complementaria de carácter físico-recreativo, estrategias para mejorar una dinámica saludable, con el objetivo de que, por medio de la AF, incrementar la condición física (CF), la calidad de vida y la salud del presente y del futuro de los escolares⁹. Además, la AF es capaz de estimular las mejoras en procesos cognitivos y de rendimiento académico¹⁰.

Ante esta situación, nos propusimos realizar un estudio transversal en niñas y niños escolares de diferentes centros de Soria capital, para evaluar el impacto de la práctica de AF extraescolar y la relación con indicadores de CF, el estilo de vida, incluyendo la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), y el ámbito académico. Conocer estas relaciones podría aportar de gran interés para establecer los vínculos entre la AF desarrollada extraescolarmente, y diferentes variables relacionadas con la salud y el rendimiento académico, favoreciendo así la necesidad de desarrollar estrategias de promoción de la AF fuera del ámbito académico, que podrían diseñarse, dirigirse e implementarse por los especialistas de medicina deportiva.

Material y método

Participantes

Se realizó un estudio de carácter transversal, sobre una muestra de escolares sorianos de educación primaria entre los cursos de 2º y 6º, durante el primer semestre del curso 2020-21. Se envió un documento a todos centros educativos sorianos con la invitación a su participación. Sin embargo, únicamente tres centros aceptaron la invitación. Asimismo, se informó por carta a los padres y madres de los participantes, sobre la naturaleza, el propósito del estudio, y se requirió el consentimiento informado por escrito para la participación de sus hijos. Esta investigación fue diseñada según la Declaración de Helsinki (2008), con la Actualización de Fortaleza (2013) (Asociación Médica Mundial, 2013). El Comité de Ética de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Valladolid del Campus de Soria, Soria, España, aprobó este estudio con número interno CCSS/2020/03.

Instrumentos

Para la recogida de información de las variables del estudio se utilizaron los cuestionarios "School Health Action Planning and Evaluation System" (SHAPES) módulo de actividad física, para medir la actividad física semanal y el tiempo de pantalla semanal, que informa sobre la participación en actividades físicas, las actividades sedentarias (mirando televisión, jugando video-juegos, móviles o tabletas)¹¹. El cuestionario para evaluar la calidad de vida de los niños, KIDSCREEN-10 que consta de una batería de 10 preguntas puntuadas cada una del 1 al 5 en una escala Likert^{12,13}. El expediente académico se obtuvo del programa de gestión académica de los centros escolares. Además, se procedió a las medidas de peso, altura y la realización de los test de CF: Dinamometría manual (dinamómetro Jamar Plus) (Batería Eurofit)¹⁴; salto horizontal con pies juntos sin carrera preparatoria¹⁴ (batería Eurofit); fuerza abdominal (batería Fitnessgram)¹⁵; flexión de tronco adelante en bipedestación¹⁶; test Flamenco de equilibrio (batería Eurofit)¹⁴; circuito de coordinación/agilidad con carrera zigzag con vallas en salida de tumbado¹⁷; determinación del pulso mediante el pulsómetro Polar® Vantage M (Polar Electro, Kempele, Finlandia) tras ejercicio de coordinación/agilidad.

Análisis estadísticos

Para los análisis descriptivos se calcularon medias y desviaciones estándar para las variables continuas y frecuencias y porcentajes para las categóricas. Para la comparación de variables continuas se utilizó la prueba *t* Student's *t*-test y chi cuadrado (χ^2) para las variables categóricas. Las correlaciones fueron estimadas con el coeficiente de correlación de rango de Spearman. Se realizaron modelos de regresión logísticos multivariados con sus correspondientes *odds ratio* (OR) y 95% intervalo de confianza (IC) para estudiar la asociación entre las diferentes variables del estudio y la AF. Un *p*-valor a dos colas <0,05 se consideró como estadísticamente significativo. Todos los análisis fueron realizados mediante el paquete estadístico STATA version 15 (STATA Corp., TX, USA).

Resultados

Los resultados de la Tabla 1 describen las características de los 119 estudiantes incluidos en el estudio, 58 escolares (48,7%) del género masculino y 61 (51,3%) del género femenino, comprendidos entre los 8-12 años (edad media 9,9 años, desviación estándar [DE] 1,4), correspondiente a cinco cursos de educación primaria, de 3 centros educativos de la capital de Soria. Los escolares realizan una media de 3,3 horas de AF semanales (DE 1,6), pasan 25,1 horas (DE 3,6) delante de pantallas, y tienen una nota media de expediente académico de 7,1 (DE 1,1). Como era esperar, los estudiantes que practican AF extraescolar

realizan significativamente más horas de AF a la semana que aquellos escolares que no realizan AF fuera del ámbito escolar (4,5 vs. 2,0 horas, $p < 0,001$), y además tienen un menor índice de masa corporal (IMC) ($17,4 \text{ Kg/m}^2$ vs. $18,7 \text{ Kg/m}^2$, $p = 0,017$), una mejor nota media de expediente académico (7,7 vs. 6,5, $p < 0,001$), y pasan menos horas semanales de pantalla (23,5 vs. 26,8, $p < 0,001$). Al estratificar por género, se observa que las niñas pasan significativamente menos horas semanales de pantalla que los niños (24,2 vs. 26,0, $p < 0,001$).

La Tabla 2 muestra las correlaciones entre el número total de horas de AF semanales y la CF, estilo de vida, y ámbito académico para el total de la muestra y por sexo. Las correlaciones entre la AF y las variables de

Tabla 1. Características de la población de estudio estratificada por actividad física fuera del ámbito escolar y sexo de los participantes (n=119).

Características	Total (n=119)	Actividad física extraescolar			Sexo		
		No (n=58)	Sí (n=61)	p-valor	Niñas (n=58)	Niños (n=61)	p-valor
Edad, años, media (DE)	9,9 (1,4)	10,1 (1,3)	9,8 (1,4)	0,259	9,9 (1,3)	9,9 (1,4)	0,961
Horas de actividad física semanales, media (DE)	3,3 (1,6)	2 (0)	4,5 (1,5)	<0,001	3,2 (1,5)	3,4 (1,8)	0,508
IMC, kg, m ² , media (DE)	18,0 (2,9)	18,7 (3,1)	17,4 (2,5)	0,017	18,0 (3,0)	18,1 (2,8)	0,795
Educación primaria, n (%)				0,575			0,920
2º curso	17,6	13,8	21,3		17,2	18,0	
3º curso	26,9	27,6	26,2		25,9	27,9	
4º curso	18,5	15,5	21,3		19,0	18,0	
5º curso	21,0	25,9	16,4		24,1	18,0	
6º curso	16,0	17,2	14,8		13,8	18,0	
Tipo de centro, n (%)				0,405			0,642
Público	51,3	55,2	47,5		53,5	49,2	
Concertado	48,7	44,8	52,5		46,5	50,8	
Horas de pantalla semanales, media (DE)	25,1 (3,6)	26,8 (3,2)	23,5 (3,3)	<0,001	24,2 (3,7)	26,0 (3,3)	0,007
Expediente académico, notas, media (DE)	7,1 (1,1)	6,5 (1,0)	7,7 (0,9)	<0,001	7,0 (1,1)	7,2 (1,1)	0,250

DE, desviación estándar; IMC, índice de masa corporal.

Letra negrita equivale a valores estadísticamente significativos a nivel p-valor <0,05

Tabla 2. Correlaciones entre el número de horas de actividad física y la condición física, estilo de vida, y ámbito académico.

Características	Número de horas de actividad física					
	Total		Sexo			
	r	p-valor	Masculino		Femenino	
		r	p-valor	r	p-valor	
Condición física						
Dinamometría	0,07	0,475	0,04	0,743	0,08	0,541
Salto horizontal	0,19	0,036	0,04	0,790	0,32	0,011
Fuerza abdominal	0,27	0,003	0,27	0,038	0,27	0,034
Flexibilidad (bipedestación)	-0,13	0,157	-0,18	0,188	-0,09	0,506
Equilibrio (test de Flamenco)	-0,05	0,587	-0,13	0,333	0,02	0,890
Coordinación (fallos)	-0,05	0,621	0,02	0,890	-0,09	0,494
Pulsaciones (tras ejercicio)	0,01	0,971	0,01	0,952	-0,01	0,999
Estilo de vida						
Calidad de vida (test de Kidscreen)	-0,04	0,651	-0,05	0,730	-0,02	0,855
Horas de pantalla	-0,46	<0,001	-0,44	<0,001	-0,54	<0,001
Ámbito académico						
Expediente	0,56	<0,001	0,51	<0,001	0,60	<0,001

Correlaciones (r) están basadas en el coeficiente de correlación de rango de Spearman.

Letra negrita equivale a valores estadísticamente significativos a nivel p-valor <0,05

condición física son débiles o muy débiles, observándose sólo una correlación positiva y estadísticamente significativa para el salto horizontal ($r = 0,19, p = 0,036$) y fuerza abdominal ($r = 0,19, p = 0,003$). Sin embargo, se observa una correlación negativa moderada entre las horas totales de AF semanales y las horas de pantalla semanales ($r = -0,46, p < 0,001$) y una correlación positiva moderadamente fuerte para el expediente académico ($r = 0,56, p < 0,001$), siendo significativas en ambos casos.

Al estratificar por género, las correlaciones siguen el mismo patrón, observándose correlaciones ligeramente más fuertes para las niñas. Cabe destacar la correlación de las horas totales de AF semanales y las

horas de pantalla semanales en las que se observan una correlación negativa moderada para los niños ($r = -0,44, p < 0,001$) y moderadamente más fuerte para las niñas ($r = -0,54, p < 0,001$), siendo estadísticamente significativa en ambos casos (Figura 1).

Además, cabe señalar que el mayor grado de asociación entre las variables del estudio se observa para las horas totales de AF semanales y el expediente académico, donde las correlaciones son positivas y moderadamente fuertes tanto para niños ($r = 0,51, p < 0,001$) como para niñas ($r = 0,60, p < 0,001$), siendo significativas en ambos casos (Figura 2).

Figura 1. La gráfica de dispersión representa las horas de pantalla semanales vs. el número de horas de actividad física semanales estratificada por género. Cada participante del estudio ($n=119$) está representado por un punto. La zona sombreada de color gris representa el intervalo de confianza al 95% (IC 95%). La línea dentro de la zona sombreada representa la línea de ajuste de la correlación.

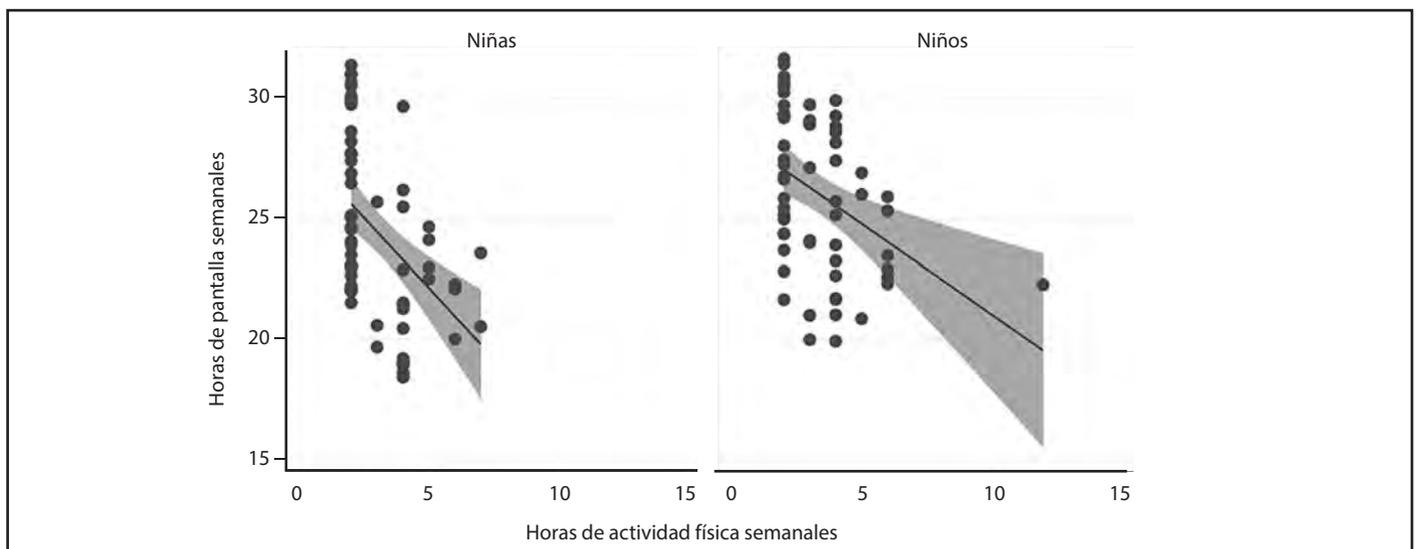


Figura 2. La gráfica de dispersión representa el expediente académico vs. el número de horas de actividad física semanales estratificada por sexo. Cada participante del estudio ($n=119$) está representado por un punto. La zona sombreada de color gris representa el intervalo de confianza al 95% (IC 95%). La línea dentro de la zona sombreada representa la línea de ajuste de la correlación.

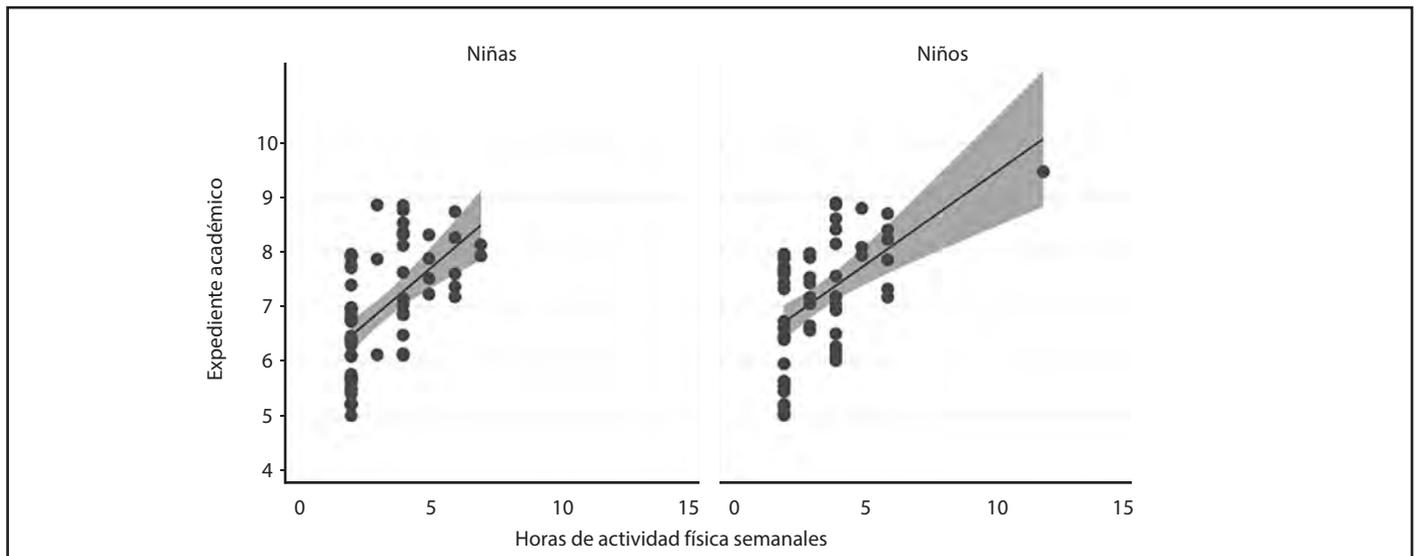


Tabla 3. Características de los participantes del estudio asociados a la realización de actividad física fuera del ámbito escolar. Odds Ratio (OR) e intervalos de confianza 95% (IC 95%).

Características	Total		Niños		Niñas	
	OR (IC 95%) Crudo	OR (IC 95%) Multivariado ¹	OR (IC 95%) Crudo	OR (IC 95%) Multivariado ¹	OR (IC 95%) Crudo	OR (IC 95%) Multivariado ¹
Sexo						
Niñas	1,00 (ref.)	--	--	--	--	--
Niños	1,56 (0,75-3,21)	3,59 (1,17-11,05)	--	--	--	--
Edad, años	0,86 (0,65-1,12)	0,94 (0,61-1,44)	0,71 (0,47-1,07)	0,57 (0,30-1,09)	0,99 (0,69-1,43)	1,81 (0,79-4,16)
Tipo de centro						
Concertado	1,00 (ref.)	--	1,00 (ref.)	--	1,00 (ref.)	--
Público	1,36 (0,66-2,79)	1,92 (0,69-5,40)	0,47 (0,16-1,36)	0,26 (0,06-1,20)	0,94 (0,34-2,58)	1,18 (0,23-6,04)
IMC, kg/m ²	0,85 (0,74-0,97)	0,94 (0,75-1,19)	0,92 (0,76-1,11)	1,06 (0,78-1,44)	0,79 (0,64-0,96)	0,72 (0,45-1,16)
Horas de pantalla semanales	0,75 (0,66-0,85)	0,68 (0,57-0,81)	0,75 (0,62-0,91)	0,67 (0,50-0,88)	0,63 (0,49-0,81)	0,62 (0,46-0,85)
Expediente académico	3,65 (2,24-5,95)	3,63 (2,07-6,37)	2,87 (1,52-5,41)	2,82 (1,37-5,84)	4,72 (2,20-10,15)	4,34 (1,71-10,97)

IC: intervalo de confianza; IMC: índice de masa corporal; OR; Odds Ratio; ref: referencia.

¹Modelo multivariado: ajustado por todas las variables de la tabla.

Letra negrita equivale a valores estadísticamente significativos a nivel p-valor <0,05

Los resultados del análisis de regresión logística multivariado arrojaron un modelo diagnóstico/predictor de realización de AF extraescolar que constaba de tres variables: sexo, horas de pantalla, y expediente académico (Tabla 3). De este modo, los niños tienen una mayor probabilidad de realizar AF extraescolar que las niñas (OR 3,59, IC 95% 1,17-11,05). Asimismo, la realización de AF de los estudiantes fuera del centro educativo, se asoció con un menor número de horas de pantalla semanales (OR 0,68, IC 95% 0,57-1,81) y con un mejor expediente académico (OR 3,63, IC 95% 2,07-6,37). Las estimaciones de las asociaciones resultaron similares cuando se estratificó por género, destacando la mayor probabilidad de un mejor expediente académico de las niñas que realizan AF extraescolar frente a las niñas que no realiza (OR 4,34, IC 95% 1,71-10,97).

Discusión

La AF es un punto de partida esencial para que las niñas y niños aprendan competencias para la vida y adquieran un compromiso para implementar un estilo de vida activo y saludable⁹. Además, se considera que la AF practicada en las instituciones educativas y fuera de ellas es el entorno adecuado para estimular las funciones cognitivas de jóvenes, sin distinción de género, para afrontar con garantías de éxito las exigentes demandas del aprendizaje¹⁸. Por ello, en este estudio nos planteamos como objetivo evaluar el impacto de la AF extraescolar sobre importantes variables relacionadas con la salud, la CF, y el rendimiento académico.

Nuestros resultados reflejan que las niñas y los niños que realiza AF extraescolar tienen un IMC significativamente menor, por lo que la realización de más horas de AF puede ser el mecanismo más eficaz para combatir la obesidad¹⁹. De este modo la relación entre el IMC y el tiempo de AF es inversamente proporcional, demostrando que a

mayor número de horas semanales de AF practicada menor IMC. Estos resultados están en línea con otras investigaciones que han analizado la relación entre IMC y tiempo de AF en escolares²⁰⁻²².

Respecto a la relación del número de horas de AF y la CF, evaluada mediante diferentes test físicos, nuestros resultados reflejan correlaciones muy débiles y casi nulas. Estos resultados pueden deberse a que las horas de AF practicadas por los escolares del estudio son insuficientes para observar mejoras en la CF. En este sentido, la media de horas semanales de AF realizadas por los niños y niñas de los centros sorianos son muy inferiores a las recomendaciones mínimas pautadas por la OMS que establece realizar al menos 1 hora diaria de AF moderadas o vigorosa²³. Se ha demostrado que el cumplimiento de estas recomendaciones estimula mejoras en la fuerza muscular, velocidad, agilidad y flexibilidad²⁴. La práctica de AF de nuestros escolares sorianos se ajustaría a las recomendaciones del Ministerio de Educación y Ministerio de Sanidad del Gobierno de España que pautan una recomendación de 30 minutos diarios²⁵, notablemente inferior a la pautada por la OMS³. Nuestros resultados indican que las directrices gubernamentales españolas son insuficientes para inducir mejoras en la CF de los escolares, por lo que urge la necesidad de modificar estas recomendaciones acorde a las directrices marcadas por los profesionales en el ámbito de la AF que sugieren duplicarlas⁸. En este sentido, el especialista en medicina del deporte, por sus competencias y conocimientos en la promoción de la salud de la población general estimulando un estilo de vida físicamente activo, sería la figura más adecuada para el diseño y supervisión las nuevas recomendaciones de AF.

La CF influye directamente sobre la CVRS tanto en la infancia como en la adolescencia²⁶. Las intervenciones de AF proporcionan incrementos de la fuerza muscular en relación al peso corporal y fuerza del tren inferior, la secreción de testosterona, la mejora de coordinación neuromuscular, velocidad/agilidad, la óptima redistribución ginecoide del tejido adiposo en las mujeres, aumento de valores cardiorrespira-

torios y de capacidad aeróbica^{27,28}. Estas adaptaciones positivas de las diferentes capacidades fisiológicas han resultado en claras mejoras en la CVRS²⁹. Nuestros resultados no muestran relación entre las horas de AF y la CVRS medida por el cuestionario KIDSCREEN-10, que aporta un índice global subjetivo de la percepción del bienestar físico, psicológico y social, contrariamente a otros estudios realizados en escolares de 8-12 años²⁸ y adolescentes entre 12-18 años³⁰. El insuficiente número de horas de AF semanales, podría ser la causa de que los escolares de Soria no muestren mejoras globales en la CF, y por lo tanto no existan una asociación con la CVRS. De este modo, se ratifica que el número de horas de AF de las niñas y niños sorianos es exigua. El fomento de la AF extraescolar por parte de instituciones autonómicas y municipales puede ser una estrategia para favorecer la práctica deportiva y mejorar las capacidades físicas de los escolares sorianos. Existen algunos modelos de campañas de práctica de AF como las realizadas en los años previos a la Olimpiada de Barcelona 92³¹ y los planes de prevención / tratamiento de drogodependencias³² que han conseguido mejoras tanto en la CF como la CVRS. Un modelo exitoso y que se podría tomar como referencia es la campaña desarrollada por la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED) "Aptitud Física, Deporte y Salud" en 2016. Esta campaña se basó en tres pilares fundamentales que se promueven desde la medicina del deporte: Practicar deporte, con objetivos de salud y para la mejora de la aptitud física, de tal forma que se incorpore como un hábito permanente.

Los resultados del estudio también muestran que los escolares más activos físicamente pasan menos horas delante de las pantallas, observándose una correlación negativa y estadísticamente significativa entre las horas de AF realizadas y el tiempo de pantalla. Estos resultados son coincidentes con lo reportado por otros estudios en jóvenes de entre 6-17 años³³⁻³⁵. Por lo tanto, la práctica deportiva fuera del ámbito académico podría minimizar el impacto negativo del tiempo excesivo frente a las pantallas. Aunque en el estudio de Abarca *et al.*³⁶ describe la falta de relación entre la AF y el tiempo de pantalla, es categórico que ambos (AF y el tiempo de pantalla) son hábitos de vida modulables y relacionados con la salud¹⁸. En este sentido, los escolares, sin diferencias de género, al dedicar más tiempo a los medios electrónicos, disminuiría su tiempo a otras actividades relacionadas con el estilo de vida saludable, especialmente la AF y el sueño, lo que podría redundar en una percepción menor del descanso reparador y de la CVRS³⁷.

Respecto al número de horas dedicadas a la AF y al rendimiento académico, observamos una correlación positiva y estadísticamente significativa. Este grado de asociación es mayor para las niñas que para los niños escolares sorianos del estudio. Es importante señalar, que el tiempo empleado por los escolares sorianos en AF afecta positivamente, y no negativamente, en el rendimiento escolar, como han descrito otros estudios^{38,39}. El rendimiento académico está condicionado por tres factores: personales, escolares y psicosociales⁴⁰. Previamente se ha descrito la relación positiva entre la AF y el rendimiento académico⁴¹, en el entorno escolar^{10,42-44} como fuera de este ámbito^{45,46}. En nuestro estudio, la diferencia de más de un punto en el expediente académico entre los practicantes de AF extraescolar comparado con aquellos escolares que no la realizan, invitan no sólo al cumplimiento si no a aumentar las recomendaciones de práctica de AF. Estos resultados podrían incluir a la AF como el cuarto factor relacionado con el rendimiento académico

de los estudiantes¹⁰. Por lo tanto, se debe considerar la promoción y ejecución de programas con intervención de AF, prestando especial atención a la inclusión del género femenino en ellos, debido al mayor grado de asociación con AF observado en este estudio.

Los resultados, evaluados mediante el modelo de regresión logística multivariado, muestran que el sexo, el número de horas de pantalla, y el expediente académico como factores independientes relacionados con la práctica AF extraescolar. Estos resultados indican que, por cada hora de pantalla adicional, la probabilidad de práctica de AF disminuye un 32%, mientras que por cada punto de expediente adicional la probabilidad de práctica de AF es 3 veces mayor. Cuando estratificamos por género estos resultados son similares a los de la muestra total. Por lo tanto, en base al conjunto de los resultados obtenidos de las horas de pantalla y el rendimiento académico, podría establecerse recomendaciones respecto a las horas de ocio sedentario y favorecerse un mayor hábito activo. Es decir, se podrían diseñar intervenciones con la finalidad de sustituir horas sedentarias de pantalla por horas de AF extraescolar, que proporcionen mejores perfiles de salud en escolares sorianos.

Un aspecto relevante, derivado de los datos recogidos de la muestra de escolares de centros educativos de la capital soriana, es los niños tiene una probabilidad de 3 veces mayor de realizar AF extraescolar que las niñas. Se ha descrito en la literatura científica que el porcentaje de las niñas que practican deporte es 20% inferior a los niños⁴⁷. Esta situación probablemente derive de la distribución de los espacios deportivos y que estereotipos promovidos por la sociedad confabulan para disminuir el interés y las facilidades para que las niñas practiquen deporte⁴⁸. Para revertir esta situación de desigualdad las instituciones o asociaciones que organicen actividades deportivas deberían generar programas de discriminación positiva hacia el género femenino que estimulen la implicación y activen participación de las niñas escolares en cualquier actividad físico-deportiva. De este modo se podrían revalorizar las prácticas deportivas frente a las que tradicionalmente están asociadas al modelo cultural femenino, estimulando la competencia crítica ante los estereotipos en la AF y el deporte.

Una de las mayores fortalezas del estudio, es la cantidad de medidas realizadas por los investigadores. Sin embargo, el estudio presenta algunas limitaciones, como es el tamaño de muestra reducido, que puede limitar la potencia estadística. Sin embargo, la situación sanitaria actual dificulta la recogida de datos y la obtención de consentimientos de las madres y padres. Otra limitación es que la CVRS, las horas de AF y de pantalla fueron auto-reportadas por los escolares. La medidas auto-reportadas podrían tener sesgos de memoria o deseabilidad social. Sin embargo, se ha demostrado la validez de los cuestionarios usados ya que la mayoría de ellos han sido validados y han sido utilizados en múltiples estudios¹¹⁻¹³.

En conclusión, el estudio pone de manifiesto que la AF extraescolar de los alumnos sorianos no cumple con las recomendaciones pautadas por la OMS. Además, AF extraescolar se relaciona con un menor IMC, mejor expediente académico, y menos horas de pantalla. Sin embargo, las horas de AF extraescolar semanales son insuficientes para observar mejorar la CF y la CVRS. Toda esta información reportada en nuestro estudio refuerza la necesidad de establecer y reforzar políticas futuras de estrategias de intervención dirigidas al aumento de la AF de los escolares en este contexto, especialmente aquellas que sean destinadas

para combatir la discriminación y que permitan implementar acciones concretas en favor de la igualdad y la incorporación de la perspectiva de género.

Agradecimientos

Grupo de Investigación Reconocido "Neurobiología" de la Universidad de Valladolid (España) por su colaboración en las infraestructuras, consumibles e inventariables material necesario para llevar a cabo el estudio.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- García-Matamoros WF. Sedentarismo en niños y adolescentes: Factor de riesgo en aumento. *Recimundo*. 2019;3:1602-624.
- Hills AP, Andersen LB, Byrne NM. Physical activity and obesity in children. *Br J Sports Med*. 2011;45:866-70.
- World Health Organization (WHO). Global recommendations on physical activity for health. 2010. Citado Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44441/97892?sequence=1> (Citado el 24 octubre del 2021).
- Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1·6 million participants. *Lancet Child Adolesc Health*. 2020;4:23-35.
- Mielgo-Ayuso J, Aparicio-Ugarriza R, Castillo A, Ruiz E, Ávila JM, Aranceta-Batrina J, et al. Physical activity patterns of the Spanish population are mostly determined by sex and age: findings in the ANIBES study. *PLoS One*. 2016;11:e0149969.
- Rosell LR, Alfonso MAS. Educación Física y promoción de la salud: estrategias de intervención en la escuela. *Retos*. 2014;1:186-91.
- Alvariñas Villaverde M, Fernandez Villarino MA, López Villar C. Actividad física y percepciones sobre deporte y género. *Revista de Investigación en Educación*. 2009;6:113-22.
- Gambau i Pinasa V. Las problemáticas actuales de la educación física y el deporte escolar en España. *Revista Española de Educación Física y Deportes*. 2015;9:53-69.
- López PDM, Prieto-Ayuso A, Samalot-Rivera A, Madrona PG. Evaluación de una propuesta extraescolar de conductas apropiadas en educación física y deportiva. *Retos*. 2016;30:36-42.
- Hernández JG, Ariño AP. Recomendaciones de actividad física y su relación con el rendimiento académico en adolescentes de la Región de Murcia. *Retos*. 2016;16:100-04.
- Leatherdale ST, Manske S, Wong SL, Cameron R. Integrating research, policy, and practice in school-based physical activity prevention programming: the School Health Action, Planning, and Evaluation System (SHAPE) Physical Activity Module. *Health Promot Pract*. 2009;10:254-61.
- Ravens-Sieberer U, Erhart M, Rajmil L, Herdman M, Auquier P, Bruil J, et al. Reliability, construct and criterion validity of the KIDSCREEN-10 score: a short measure for children and adolescents' well-being and health-related quality of life. *Qual Life Res*. 2010;19:1487-500.
- Aymerich M, Berra S, Guillamón I, Herdman M, Alonso J, Ravens-Sieberer U, et al. Desarrollo de la versión en español del KIDSCREEN: un cuestionario de calidad de vida para la población infantil y adolescente. *Gac Sanit*. 2005;19:93-102.
- Fernández Sánchez MT. *Valoración de la condición física de la población escolar mediante la batería Eurofit y estilos de vida*. Ed. Wanceulen SL. 2010.
- David MJA, Navarro JB, Pérez PC, Navarro-Beltran J. Prueba tecnológica del fitnessgram y su relación en la condición física de niños entre 6 a 12 años. *Revista Ingeniería Desarrollo Innovación*. 2018;1:3-10.
- Ayala F, de Baranda PS. Reproducibilidad inter-sesión de las pruebas distancia dedos planta y distancia dedos suelo para estimar la flexibilidad isquiosural en jugadores adultos de fútbol sala de primera división. *Rev Andal Med Deporte*. 2011;4:47-51.
- Mori Fernández I, Bahamón Bhamonde Nava J, Méndez Alonso D. Validación de un test de agilidad, adaptado a las características anatómico-fisiológicas y posibilidades motrices del niño en primaria, apto para la valoración global de la capacidad motriz del alumno. *Eur J Hum Mov*. 2010;15:1-7.
- Cansino Aguilera JA. Un nuevo paradigma para un futuro más saludable y con valores.- Deporte Inclusivo, Actividad Física Inclusiva y Educación Física Inclusiva. *Rev Educ Inclus*. 2017;9:69-86.
- Trejo Ortiz PM, Jasso Chairez S, Mollinedo Montaña FE, Lugo Balderas LG. Relación entre actividad física y obesidad en escolares. *Rev Cuba Med Gen Integral*. 2012;28:34-41.
- Nava MC, Pérez A, Herrera HA, Hernández RA. Hábitos alimentarios, actividad física y su relación con el estado nutricional-antropométrico de preescolares. *Rev Chilena Nutr*. 2011;38:301-12.
- Ortega FZ, Jiménez JLU, Molero PP, Valero GG, Sánchez MC, Cuberos RC. Niveles de actividad física en alumnado de Educación Primaria de la provincia de Granada. *Retos*. 2018;34:218-21.
- Valdés-Badilla P, Godoy-Cumillaf A, Herrera-Valenzuela T, Álvarez Mancilla M, Durán Agüero S. Asociación entre estado nutricional y tiempo de actividad física escolar de niños y niñas chilenos de 4 a 14 años. *Nutr Clin Diet Hosp*. 2014;34:57-63.
- Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, et al. Evidence based physical activity for school-age youth. *J Pediatrics*. 2005;146:732-37.
- Dobbins M, Husson H, DeCorby K, LaRocca RL. School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;9:CD007651.
- Aznar Lain S, Webster T. Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación. Ministerio de Educación y Ciencia Gobierno de España. 2009. Disponible en: <https://sede.educacion.gob.es/publventura/actividad-fisica-y-salud-en-la-infancia-y-la-adolescencia-guia-para-todas-las-personas-que-participan-en-su-educacion/educacion-infantil-y-primaria-educacion-secundaria-profesores-salud-publica-ensenanza-deportiva/15120> (Citado el 28 octubre del 2021).
- Secchi JD, García GC, España-Romero V, Castro-Piñero J. Condición física y riesgo cardiovascular futuro en niños y adolescentes argentinos: una introducción de la batería ALPA. *Arch Argent Pediatr*. 2014;112:132-40.
- Rosa-Guillamón A, Carrillo-López PJ, García-Cantó E. Análisis de la condición física según sexo, edad, índice de masa corporal y nivel de actividad física en estudiantes de primaria en España. *Rev Fac Med Univ Nac Colomb*. 2020;68:1-26.
- Rosa-Guillamón A, García-Cantó E, Rodríguez-García PL, Soto JJP. Condición física y calidad de vida en escolares de 8 a 12 años. *Rev Fac Med Univ Nac Colomb*. 2017;65:37-42.
- Chen G, Ratcliffe J, Olds T, Magarey A, Jones M, Leslie E. BMI, health behaviors, and quality of life in children and adolescents: a school-based study. *Pediatrics*. 2014;133:e868-e74.
- García-Rubio J, Olivares PR, Lopez-Legarrea P, Gomez-Campos R, Cossio-Bolaños MA, Merellano-Navarro E. Asociación entre la calidad de vida relacionada con la salud, el estado nutricional (IMC) y los niveles de actividad física y condición física en adolescentes chilenos. *Nutr Hosp*. 2015;32:1695-702.
- Donato FS, Povill AC. Los Juegos Olímpicos de Barcelona, 25 años después (I). *Apunt Educ Fis y Deportes*. 2017;127:7-26.
- Hernangil E, Lastres J, Valcárcel P. Actividad físico-deportiva en el tratamiento de las drogodependencias. Asociación de Técnicos para el Desarrollo de Programas Sociales. 2010. Disponible en: <http://www.fundacioncsz.org/ArchivosPublicaciones/291.pdf> (Citado el 29 de octubre del 2021).
- Prieto-Benavides DH, Correa-Bautista JE, Ramírez-Vélez R. Niveles de actividad física, condición física y tiempo en pantallas en escolares de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutr Hosp*. 2015;32:2184-192.
- Serrano-Sanchez JA, Martí-Trujillo S, Lera-Navarro A, Dorado-García C, González-Henríquez JJ, Sanchís-Moysi J. Associations between screen time and physical activity among Spanish adolescents. *PLoS One*. 2011;6:e24453.
- Torrancell MXB, Vidal-Conti J. Relación entre la actividad física durante el recreo escolar, actividad física semanal y expediente académico. *Sports Sci J*. 2021;7:150-70.
- Abarca-Sos A, Casterad JZ, Lanasa EG, Clemente JJ. Comportamientos sedentarios y patrones de actividad física en adolescentes. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 2010;10:410-27.
- Orgilés M, Owens J, Espada J, Piqueras J, Carballo J. Spanish version of the Sleep Self-Report (SSR): Factorial structure and psychometric properties. *Child Care Health Dev*. 2013;39:288-95.
- Bailey R. Physical education and sport in schools: A review of benefits and outcomes. *J Sch Health*. 2006;76:397-401.
- Trudeau F, Shepard RJ. Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2008;5:1-12.
- Santander OAE. El rendimiento académico, un fenómeno de múltiples relaciones y complejidades. *Rev Van Psic Clin*. 2011;2:144-73.
- Howie EK, Pate RR. Physical activity and academic achievement in children: A historical perspective. *Eur J Hum Mov*. 2012;1:160-69.

42. Ahamed Y, MacDonald H, Reed K, Naylor P-J, Liu-Ambrose T, McKay H. School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):371-76.
43. Coe DP, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:1515-9.
44. Sallis JF, McKenzie TL, Kolody B, Lewis M, Marshall S, Rosengard P. Effects of health-related physical education on academic achievement: Project SPARK. *Res Q Exerc Sport.* 1999;70(2):127-34.
45. Marques A, Corrales FRG, Martins J, Catunda R, Sarmento H. Association between physical education, school-based physical activity, and academic performance: a systematic review. *Retos* 2017;31:316-20.
46. Rasberry CN, Lee SM, Robin L, Laris B, Russell LA, Coyle KK, et al. The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature. *Prev Med.* 2011;52:510-520.
47. Dosal Ulloa R, Mejía-Ciro MP, Capdevila-Ortiz L. Deporte y equidad de género. *Eco Unam.* 2017;14:121-33.
48. Pelegrín Muñoz P, León Campos JM, Ortega-Toro E, Garcés de los Fayos Ruiz E. Programa para el desarrollo de actitudes de igualdad de género en clases de educación física en escolares. *Educación XX1.* 2012;15:271-91.

Efectos del *foam roller* sobre la capacidad de salto en deportistas: una revisión sistemática

Miguel Alarcón Rivera¹, Pablo Valdés Badilla^{2,3}, Aldo Martínez Araya⁴, Sebastián Astorga Verdugo⁴, Leonardo Lagos⁵, Mario Muñoz⁵, Eduardo Guzmán Muñoz⁶

¹Escuela de Ciencias del Deporte. Facultad de Salud. Universidad Santo Tomás. Chile. ²Departamento de Ciencias de la Actividad Física. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Católica del Maule. Talca. Chile. ³Carrera de Entrenador Deportivo. Escuela de Educación. Universidad Viña del Mar. Viña del Mar. Chile. ⁴Grupo de investigación GIMH. Facultad de Salud. Universidad Autónoma de Chile. Chile. ⁵Departamento de Kinesiología. Facultad de Medicina. Universidad de Concepción. Concepción. Chile. ⁶Escuela de Kinesiología. Facultad de Salud. Universidad Santo Tomás. Chile.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00116

Recibido: 11/11/2021

Aceptado: 27/07/2022

Resumen

Introducción: Se plantea que la utilización del *foam roller* (FR) en el ámbito deportivo puede ser un buen complemento para optimizar la mejora aguda del rango de movimiento y para provocar un efecto analgésico, no obstante, su utilización en el calentamiento con el fin de mejorar las variables neuromusculares como el salto vertical es controversial en deportistas. Es por esto que el objetivo de esta revisión sistemática fue analizar los efectos del FR sobre la capacidad de salto en deportistas.

Material y método: Se realizó una búsqueda comprensiva, exhaustiva y estructurada siguiendo las recomendaciones PRISMA en las siguientes bases de datos: Pubmed/MEDLINE, Cochrane, Scopus, Scienedirect y Web of Science. Los estudios que cumplieron los criterios de inclusión fueron valorados en cuanto a su calidad metodológica a través de la escala PEDro.

Resultados: Un total de 262 registros se encontraron en la fase de identificación de estudios. En la fase de screening se eliminaron los duplicados y los estudios fueron filtrados seleccionando el título, resumen y palabras clave obteniendo como resultado 47 referencias. Un total de 18 estudios fueron analizados a texto completo, siendo 12 de ellos excluidos. Por lo tanto, el número total de estudios que cumplió con todos los criterios de selección fue de seis.

Conclusiones: Los estudios seleccionados muestran que la aplicación del FR es una técnica que contribuye a aumentar el rendimiento en la capacidad de salto en deportistas y puede perdurar su efecto hasta 10 minutos después de su aplicación. Sin embargo, se debe estandarizar los protocolos y tiempos de duración para maximizar los resultados.

Palabras clave:

Masaje. Fascia.
Rendimiento deportivo. Deportes.

Effects of foam roller on jumping ability in athletes: a systematic review

Summary

Introduction: It is proposed that the use of the foam roller (FR) in the sports field can be a good complement to optimize the acute improvement of range of motion and to cause an analgesic effect, however, its use in warm-up to improve neuromuscular variables such as vertical jump is controversial in athletes. Therefore, the objective of this systematic review was to analyze the effects of FR on jumping ability in athletes.

Material and method: A comprehensive, exhaustive, and structured search was carried out following PRISMA recommendations in the following databases: Pubmed/MEDLINE, Cochrane, Scopus, Scienedirect and Web of Science. The studies that met the inclusion criteria were assessed for their methodological quality using the PEDro scale.

Results: A total of 262 records were found in the study identification phase. In the screening phase, duplicates were eliminated, and the studies were filtered by selecting the title, abstract and keywords, obtaining 47 references as a result. A total of 18 studies were analyzed in full text, 12 of which were excluded. Therefore, the total number of studies that met all the selection criteria was six.

Conclusions: The selected studies show that the application of RF is a technique that contributes to increasing the performance of jumping capacity in athletes and its effect can last up to 10 minutes after its application. However, protocols and duration times should be standardized to maximize results.

Key words:

Massage. Fascia.
Athletic performance. Sports.

Correspondencia: Eduardo Guzmán Muñoz

E-mail: eguzmanm@santotomas.cl

Introducción

La fascia es un tejido conectivo, formado principalmente de colágeno y elastina, que rodea los músculos, nervios y vasos sanguíneos y conecta las estructuras del cuerpo¹. Las fascias pueden ver restringida su movilidad debido a una lesión, enfermedad, inactividad o inflamación, alterando su función normal². Esto puede provocar dolor y generar cambios en el rendimiento físico, disminuyendo la flexibilidad, fuerza muscular, resistencia y coordinación². Algunos estudios han demostrado que técnicas de relajación y estiramiento de la fascia tienen efectos positivos sobre el rango de movimiento (ROM, del inglés range of motion) y el tiempo de reacción muscular, generando mejoras en la flexibilidad de grupos musculares como cuádriceps e isquiosurales^{3,4}. En los últimos años, en el campo de la rehabilitación y ciencias del deporte, ha crecido rápidamente el uso de *Foam Roller* (FR) como técnica para la relajación de la fascia con el propósito de la preparación del ejercicio y la recuperación de las funciones musculares⁵.

El FR es una herramienta de autoliberación miofascial con forma de cilindro, de diferentes tamaños y densidades, cuyos mecanismos de acción se basan en la presión ejercida con la masa corporal sobre el FR^{6,7}. Se ha reportado que el uso del FR mejora el rango de movimiento articular⁸⁻¹⁰, reduce el dolor⁷, favorece la recuperación post ejercicio^{9,11} y mejora el rendimiento neuromuscular⁷.

Por otra parte, la capacidad de salto ha sido foco de interés por parte de investigadores del área deportiva, ya que afecta directamente el rendimiento. En este sentido, estrategias como los estiramientos dinámicos y técnicas de liberación miofascial han sido utilizadas para mejorar la capacidad de salto^{12,13}. Dentro de las evaluaciones más utilizadas para medir la capacidad de salto se encuentran el *Squat Jump* (SJ), el salto contra movimiento (CMJ) y el Abalakov^{14,15}. Se ha señalado que la disminución de la flexibilidad de estructuras músculo-tendinosas y miofasciales provocan un retardo en la activación muscular, afectando el desempeño motor de habilidades deportivas como el salto¹⁵. Asimismo, se plantea que la utilización del FR en el ámbito deportivo puede ser un buen complemento para optimizar la mejora aguda del ROM y para provocar un efecto analgésico, no obstante, su utilización en el calentamiento con el fin de mejorar las variables neuromusculares como el salto vertical es controversial en deportistas¹⁶. Es por esto que el objetivo de esta revisión sistemática fue analizar los efectos del FR sobre la capacidad de salto en deportistas hombres y mujeres mayores de 18 años.

Material y método

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda comprensiva, exhaustiva y estructurada siguiendo las recomendaciones PRISMA-P en cinco bases de datos genéricas: Pubmed/MEDLINE, Cochrane, Scopus, Sciencedirect y Web of Science, entre el 21 de marzo y 21 de mayo de 2021. Todos los artículos de búsquedas fueron descargados y se realizó una referencia cruzada manual para identificar los duplicados. Los títulos y resúmenes se seleccionaron para una revisión posterior del texto completo. Los artículos incluidos en esta búsqueda fueron desde el año 2011 al 2021. Se utilizaron las siguientes palabras clave para construir la cadena de búsqueda

de información en las bases de datos ya mencionadas: ("foam roller" OR "roller massage" OR "self myofascial release" OR "foam rolling") AND ("jump" OR "squat jump" OR "countermovement jump" OR "performance").

Criterios de elegibilidad

Se consideraron estudios experimentales controlados (ensayos clínicos), cuasiexperimentales y pre-experimentales. Los criterios de inclusión para esta revisión fueron los siguientes:

- artículos originales escritos en inglés, español o portugués;
- publicado entre el 01 de enero de 2011 hasta el 21 de mayo de 2021;
- que su población de estudio fuera deportista de edad adulta, sin distinción de género. Entendiendo como personas de edad adulta aquellas que posean más de 18 años de edad;
- intervenciones con uso de *foam roller*;
- con o sin grupo control;
- que tuviesen al menos una evaluación de la capacidad de salto antes y después de la intervención.

Por otra parte, los criterios de exclusión fueron:

- estudios transversales, retrospectivos y prospectivos o que su intervención no se centrara en el uso de *foam roller*;
- estudios que no correspondían a publicaciones originales de investigación (p.e. cartas al editor, traducciones, notas, revisiones de libros);
- artículos duplicados;
- artículos de revisión (p.e. metaanálisis, revisiones sistemáticas, revisiones narrativas);
- estudios de caso (es decir, estudios que usan solo una persona).

Selección de los estudios y recopilación de datos

Los estudios fueron exportados al administrador de referencias EndNote (version X8.2, Clarivate Analytics, Philadelphia, PA, EE. UU.), donde fueron filtrados una vez más al seleccionar el título, resumen y palabras clave. Sólo en algunos casos fue necesario acudir al texto completo del artículo. Dos autores (MAR, EGM) realizaron el proceso de forma independiente. Las posibles discrepancias entre los dos revisores sobre las condiciones del estudio se resolvieron por consenso con un tercer autor (PVB). Posteriormente, los estudios potencialmente elegibles se revisaron a texto completo y se informaron las razones de exclusión de aquellos estudios que no cumplieron con los criterios de selección. Los datos de los estudios se extrajeron por dos autores de manera independiente, utilizando un formulario creado en Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EE. UU.).

Evaluación de la calidad metodológica

Los estudios seleccionados fueron evaluados a través de la escala PEDro. Esta escala evalúa la calidad metodológica de las investigaciones, considerando 11 puntos que incluye procedimiento de cegamiento, el análisis estadístico, información sobre la aleatorización y la presentación de los resultados en la investigación evaluada¹⁷. El criterio 1 evalúa la validez externa y no está incluido en el resultado final. Del criterio 2 al 11 se evalúa la validez interna del artículo con un sistema de puntuación estandarizado (rango de 0 a 10). Estudios con una puntuación ≥ 6 en

la escala PEDro fueron considerados con una calidad metodológica excelente, 4-5 regular y ≤ 3 pobre¹⁸.

Resultados

El proceso de búsqueda se detalla en la Figura 1. Un total de 262 registros se encontraron en la fase de identificación de estudios (PubMed/MEDLINE = 21, Cochrane = 67, SCOPUS = 64, Scencedirect = 59, Web of Science = 51). En la fase de screening se eliminaron los duplicados y los estudios fueron filtrados seleccionando el título, resumen y palabras clave obteniendo como resultado 47 referencias. Un total de 18 estudios fueron analizados a texto completo, siendo seis excluidos debido a que la muestra no fueron deportistas; uno debido a no realizar comparaciones pre y post intervención; uno por no evaluar la capacidad de salto y dos por no utilizar el foam roller como método de intervención principal. Luego de este proceso, el número total de estudios que cumplió con todos los criterios de selección fue de seis¹⁹⁻²⁴.

Los datos generales de los estudios incluidos en esta revisión sistemática se muestran en la Tabla 1. Los 6 estudios obtenidos en la búsqueda sistemática se publicaron entre 2017 y 2020.

De los artículos seleccionados, cinco corresponden a ensayos clínicos aleatorizados y uno corresponde a ensayo clínico no aleatorizado. En la Tabla 2 se observan los resultados de la evaluación de la calidad metodológica, donde cinco de los estudios fueron evaluados con una calidad metodológica excelente y uno calificado como regular. Por lo tanto, todos fueron considerado para la revisión sistemática.

Características de la muestra

Respecto a la cantidad de muestra estudiada en las intervenciones, dos estudios evaluaron entre 40 y 42 participantes^{20,21}, tres estudios entre 23 y 30 participantes^{19,22,24} y un estudio 18²².

Figura 1. Procedimiento de selección de los artículos en las búsquedas bibliográficas.

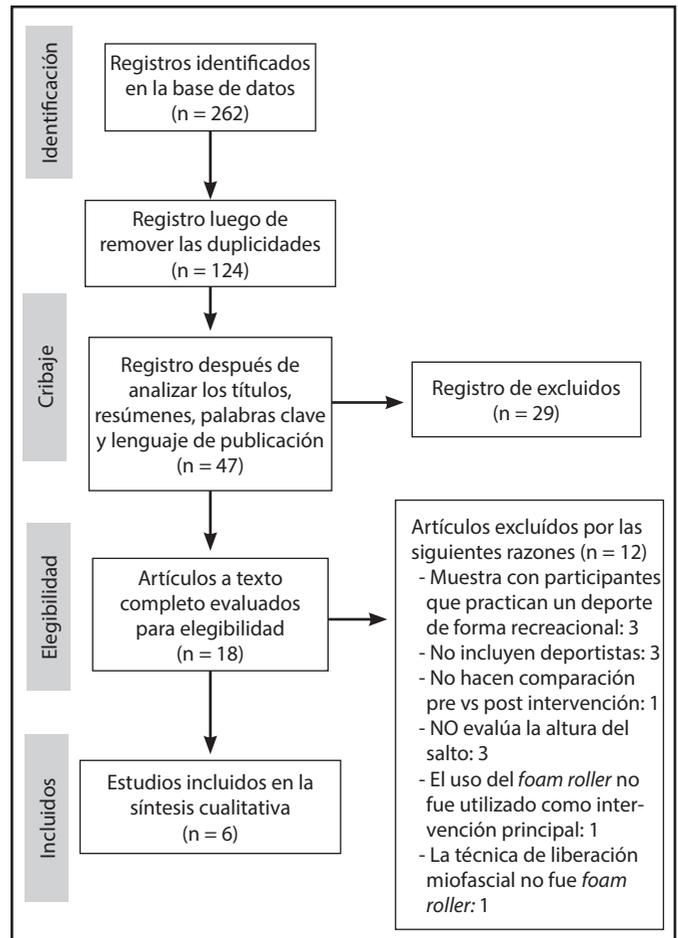


Tabla 1. Resumen de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Autor	Muestra	Rango de edad	Modalidad deportiva	Protocolo de intervención	Duración de entrenamiento	Tipos de saltos evaluados	Resultados
Kyranoudis et al. (2019).	24 participantes masculinos divididos en 2 grupos Grupo control (n=11) Grupo FR (n=13)	20 a 22 años	Fútbol	Ambos grupos realizaron 5 minutos de calentamiento Grupo FR: Deslizamientos por músculos aductores de cadera, cuádriceps, isquiotibiales y gastrocnemios. Además, en cada uno de estos grupos musculares se incluyeron estiramientos estáticos. Duración: 30 segundos de FR y 10 segundos de estiramiento estático por grupo muscular. Se realizó bilateralmente. Grupo control solo realizó 10 segundos de estiramientos estáticos en los mismos grupos musculares que grupo FR.	1 sesión	CMJ ABK	Grupo control: CMJ (cm) pre: 37,07 ± 3,12 post: 38,25 ± 5,20* Abalakov (cm) pre: 44,68 ± 4,92 post: 45,57 ± 5,19 Grupo FR: CMJ (cm) pre: 35,36 ± 6,5 post: 36,72 ± 6,48* Abalakov (cm) pre: 43,29 ± 6,84 post: 43,79 ± 6,19

(continúa)

Tabla 1. Resumen de los estudios incluidos en la revisión sistemática (continuación).

Autor	Muestra	Rango de edad	Modalidad deportiva	Protocolo de intervención	Duración de entrenamiento	Tipos de saltos evaluados	Resultados
Portilla-Dorado <i>et al.</i> (2017).	23 participantes masculinos divididos en 3 grupos Grupo control, grupo de FNP y grupo FR (no informan distribución de participantes)	20 a 28 años	Fútbol	Protocolo FR semanal: Día 1: deslizamientos por músculos glúteos y rotadores externos de cadera, tensor de la fascia lata, isquiosurales, bíceps femoral y cuádriceps. Día 2: deslizamientos por músculos de pantorrilla, bíceps femoral, isquiosurales, pantorrilla medial, Peroneos y tibiales. Día 3: deslizamientos por cuádriceps, glúteos, rotadores externos de cadera, isquiosurales y bíceps femoral. Duración: 2 repeticiones de 30 segundos, descanso de 20 segundos. Se realizó bilateralmente. El grupo FNP también ejecutó 3 sesiones semanales, con las mismas características del grupo FR tanto en los grupos musculares como en volumen de trabajo.	8 semanas Frecuencia de 3 veces por semana	CMJ ABK	Grupo control: CMJ (cm) Pre: ~30 post: ~29 ABK (cm) Pre: ~35 Post: ~31 Grupo FNP: CMJ (cm) Pre: NR post: NR ABK (cm) Pre: ~38 Post: ~39* Grupo FR CMJ (cm) Pre: ~30 Post: ~34* ABK (cm) Pre: ~36 Post: ~39*
Romero-Franco <i>et al.</i> (2019).	30 participantes (18 hombres y 13 mujeres) divididos en 2 grupos Grupo control (n=15) Grupo FR (n=15)	18 a 25 años	Atletismo (no se detalla especialidad)	Ambos grupos realizaron 8 minutos de calentamiento. Grupo FR: deslizamientos por isquiosurales, cuádriceps y tríceps sural. Duración: 45 segundos por cada grupo muscular. Descanso de 15 segundos. Se realizó bilateralmente.	1 sesión	CMJ	Inmediatamente post intervención Grupo control (cm) Pre: 34,4 ± 10,4 Post: 36,4 ± 9,1* 10 min: 35,9 ± 7,7 Grupo FR (cm) Pre: 31,6 ± 7,7 Post: 35,6 ± 8,0* 10 min: 33,3 ± 8,1*
Lin <i>et al.</i> (2020).	40 participantes (25 hombres y 15 mujeres) participaron en 2 intervenciones. Estiramiento dinámico y FR vibratorio	20 a 30 años	Bádminton	Protocolo FR: deslizamientos por cuádriceps, isquiosurales, gastrocnemios, manguito rotador y columna lumbar. Duración: 20 segundos por cada grupo muscular. Se realizó bilateralmente.	1 sesión	CMJ	Grupo estiramiento dinámico (cm) Pre: 37,7 ± 9,5 Post: 39,6 ± 10,5* Grupo FR (cm) Pre: 37,4 ± 9,3 Post: 38,2 ± 9,6*
Pişirici <i>et al.</i> (2020).	42 participantes (21 hombres y 21 mujeres) divididos en 3 grupos Grupo estiramientos dinámicos (n=14) Grupo técnica manual instrumental de Gaston (n=14) Grupo FR (n=14)	18 a 35 años		Running recreacional.	1 sesión	CMJ	Grupo estiramiento dinámico (cm) Pre: 19,85 ± 7,17 Post: 24,57 ± 9,31* Grupo técnica instrumental de Gaston (cm) Pre: 21,28 ± 7,40 Post: 26,57 ± 8,17* Grupo FR (cm) Pre: 17,14 ± 5,69 Post: 20,78 ± 5,72*
Rey <i>et al.</i> (2017).	18 participantes divididos en 2 grupos: Grupo control (n=9) Grupo FR (n=9)	22 a 30 años	Fútbol	Ambos grupos realizaron una sesión de 60 minutos de fútbol entre la evaluación pre y post. Protocolo FR: deslizamientos por cuádriceps, isquiosurales, aductores, glúteos y gastrocnemios. Duración: 45 segundos en cada grupo muscular, descanso de 15 segundos. Se realizó bilateralmente.	1 sesión	CMJ	Grupo control (cm) Pre: 32,33 ± 5,43 Post: 30,36 ± 4,53* Grupo FR (cm) Pre: 31,32 ± 4,28 Post: 30,26 ± 3,34

FR: Foam Roller; CMJ: salto contramovimiento; ABK: salto Abalakov.

*Diferencias significativas (p < 0,05).

Tabla 2. Escala de PEDro para la valoración metodológica de los estudios incluidos.

Estudio	Criterios											Total
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Kyranoudis <i>et al.</i> , 2019.	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5/10
Portilla-Dorado <i>et al.</i> , 2017.	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
Romero-Franco <i>et al.</i> , 2019.	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9/10
Lin <i>et al.</i> , 2020.	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
Piřirici <i>et al.</i> , 2020.	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	9/10
Rey <i>et al.</i> , 2017.	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10

*Criterio no considerado en puntaje total.

En relación con la edad y género de la muestra, hubo estudios que consideraron participantes de ambos géneros dentro de la investigación. Lin *et al.*, (2020)²⁰ incluyeron hombres (n = 25) y mujeres (n = 15) con una edad media de 20,35 años, mientras que Piřirici *et al.*, (2020)²¹ incluyeron participantes con una edad media de 22,7 años (hombres n = 21; mujeres n = 21). Por otro lado, Romero-Franco *et al.*, (2019)²⁴ también reclutaron participantes de ambos géneros en la muestra estudiada con una edad promedio de 24,5 (hombres n = 18; mujeres n = 13).

Por último, parte tres investigaciones consideraron una muestra exclusivamente de hombres con una edad promedio de 21,7 años (n = 24), 24,35 años (n = 23) y 26,6 años (n = 18), respectivamente^{19,22,23}.

Por lo tanto, esta revisión incluye una muestra total de 177 deportistas, donde 48 fueron de sexo femenino y 129 de sexo masculino.

Medición de la capacidad de salto

Para valorar los efectos del FR en las pruebas de salto, los estudios seleccionados utilizaron diferentes instrumentos que cuantificaron la altura en centímetros. Dos investigaciones utilizaron la aplicación de teléfonos móviles *My Jump*^{20,24}, la cual analiza el movimiento por medio de los fotogramas del video. Otros dos estudios^{19,21} utilizaron el sistema *OptoJump*, el cual se compone por un sistema óptico de detección compuesto por una barra transmisora y receptora de leds infrarrojos que detectan interrupciones en el espacio. Por último, dos investigaciones utilizaron una plataforma de contacto *ErgoJump*²³ y *Axon jump*²², respectivamente.

Con relación a los intentos, tres estudios realizaron 3 intentos seleccionando el de mayor altura^{20,21,24}, un estudio reporta 2 intentos²³, y dos investigaciones no declaran el número de intentos realizados^{19,22}. En relación con lo anterior, dos estudios reportan descansos de 1 minuto entre intentos^{20,23} y cuatro investigaciones no especifican protocolos de descanso^{19,21,22,24}.

Protocolos de intervención y dosificación del FR

Respecto a la duración de las intervenciones, cinco de los estudios seleccionados analizaron el efecto agudo del FR sobre la capacidad de salto en una sesión de intervención^{19-21,23,24}. Dentro de estos protocolos es importante destacar que en el estudio de Rey *et al.*, (2017)²³, donde

los deportistas después de su evaluación inicial fueron sometidos a una sesión de entrenamiento de fútbol de 60 minutos. El uso del FR se utilizó posterior a este entrenamiento, siendo evaluados posterior a estas actividades para determinar los efectos del FR en la recuperación. Por su parte, la investigación de Portilla-Dorado *et al.*, (2017)²² tuvo una duración de 8 semanas con 24 sesiones de intervención con FR (3 sesiones por semana), donde las evaluaciones del salto se realizaron antes y después de las 8 semanas de intervención.

Los protocolos de intervención consistían en deslizamientos del FR por diferentes grupos musculares. Todos los estudios utilizaron el FR en ambas extremidades y en la mayoría de los grupos musculares de extremidad inferior, dentro de los cuales destacan glúteos, tensor de la fascia lata, isquiosurales, cuádriceps y tríceps sura²²⁻²⁴. El estudio de Portilla-Dorado *et al.*, (2017)²² utilizó 2 series de 30 segundos por grupo muscular, mientras que dos intervenciones^{23,24} utilizaron 1 serie de 45 segundos por cada grupo muscular. Kyranoudis *et al.*, (2019)²⁰ combinaron en 1 serie el deslizamiento de FR de 30 segundos con 10 segundos de estiramiento estático en cuádriceps, isquiosurales, abductores y gastrocnemios de cada extremidad. Por su parte, Piřirici *et al.*, (2020)²¹ aplicaron 1 serie de FR en de 3 minutos en isquiosurales, 3 minutos en gastrocnemios y 2 minutos en la fascia plantar. Finalmente, en el estudio de Lin *et al.*, (2020)²⁰ aplicaron 1 serie de FR vibratorio bilateralmente en musculatura de extremidad inferior, región lumbar y manguito rotador con una duración de 20 segundos por grupo muscular.

Acerca de la intensidad empleada en las investigaciones, se usó la escala de Borg modificada para controlar el grado de esfuerzo, no obstante, no se indicaron los rangos de valores utilizados²². También, se controló la intensidad mediante la autorregulación del esfuerzo, donde se trabajó con la máxima intensidad tolerable^{20,21}. El resto de los estudios no reportó la intensidad aplicada en sus intervenciones^{19,23,24}.

Principales resultados obtenidos

Los estudios seleccionados muestran que la aplicación del FR es una técnica que contribuye a aumentar el rendimiento en la capacidad de salto en deportistas^{19-22,24}, y puede perdurar su efecto hasta 10 minutos después de su aplicación²⁴. Lin *et al.*, (2020)²⁰, registraron previo a la intervención una media en la altura del salto de 37,4 cm y posterior al uso del FR de 38,2 cm en CMJ, lo cual fue un

aumento estadísticamente significativo ($p < 0,05$). Por su parte, Kyranoudis *et al.*, (2019)¹⁹ observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la altura del salto CMJ en la aplicación de estiramientos estáticos + FR (pre: $35,36 \pm 6,5$ cm; post: $36,72 \pm 6,48$ cm) pero no en Abalakov (pre: $43,29 \pm 6,84$ cm; post: $43,79 \pm 6,19$ cm). Romero-Franco *et al.*, (2019)²⁴, analizaron los efectos del FR sobre la altura del salto CMJ en atletas, donde la intervención con FR tuvo mayores cambios (pre: 31,6 cm; post: 35,6 cm) en comparación con el grupo control (pre: 34,4 cm; post 36,4 cm), siendo significativa la comparación entre los grupos. En este estudio, se realizó una evaluación 10 minutos posterior a la aplicación del FR, donde se observó que el efecto en la capacidad de salto se mantuvo en este periodo de tiempo, resultado que también fue estadísticamente significativa.

Piñirici *et al.*, (2020)²¹, compararon tres técnicas para observar cambios en la altura del CMJ. En los tres grupos se observaron aumentos significativos en la altura del salto ($p < 0,05$): FR (pre: 17,14 cm; post 20,78 cm), estiramientos dinámicos (pre: 19,85 cm; post: 24,57 cm) y técnica manual instrumental de Graston (pre: 21,28 cm; post: 26,57 cm). Al comparar el porcentaje de cambio entre las tres técnicas, no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$). Portilla-Dorado *et al.*, (2017)²², analizaron la capacidad de salto en jugadores de fútbol mediante CMJ observando cambios favorables significativos ($p < 0,05$) a favor del protocolo FR en la altura del salto (pre: 30 cm; post 34 cm) en comparación con un grupo control (pre: 30 cm; post 29 cm).

Rey *et al.*, (2017)²³, analizaron los efectos del FR sobre la altura del salto posterior a una sesión de 60 minutos de entrenamiento de fútbol. El rendimiento en la altura del salto no evidenció cambios significativos con el uso del FR (pre: 31,32 cm; post: 30,26 cm), mientras que en el grupo control (pre: 32,33 cm; post 30,36 cm) hubo una disminución significativa en la altura del salto ($p < 0,05$).

Discusión

El objetivo de la presente revisión sistemática fue analizar los efectos de la aplicación del FR sobre la capacidad de salto en deportistas. Para ello se revisaron 262 estudios de los cuales 6 cumplieron los criterios de inclusión. El principal hallazgo encontrado en esta revisión sugiere que un protocolo de liberación miofascial con FR es una técnica eficaz para aumentar el rendimiento del salto vertical en deportistas. Los protocolos de intervención analizados en esta revisión son un tema importante que considerar, ya que 5 estudios analizaron los efectos del FR de forma aguda en una única sesión^{19-21,23,24}, mientras que solo un estudio analizó el efecto del FR durante 24 sesiones realizadas en 8 semanas²². Cuatro de los estudios analizados reportaron un efecto agudo estadísticamente significativo sobre la capacidad de salto ($p < 0,05$) al ser intervenidos con FR respecto a los grupos controles. Antecedente relevante debido a que otros protocolos de entrenamientos como el pliométrico²⁵, fuerza tradicional y movimientos olímpicos^{26,27} requieren de varias semanas de aplicación para generar adaptaciones favorables en el rendimiento del salto vertical.

En nuestra revisión los resultados mostraron que en atletas el uso del FR tiene un efecto agudo favorable sobre el rendimiento la capacidad de salto. Se ha propuesto que el uso del FR, como técnica de

auto-liberación miofascial, reduce la rigidez en músculos y tendones, facilitando la relajación de los tejidos a través de señales aferentes al sistema nervioso central²⁸. Por lo tanto, al igual que los estiramientos estáticos, la auto-liberación miofascial con FR también podría aumentar la tolerancia al estiramiento neural, provocando un aumento del ROM²⁸. Sin embargo, distintas investigaciones han evidenciado que los estiramientos estáticos no mejoran el rendimiento muscular^{29,30}. De hecho, esta relajación de los músculos e inhibición neural han sido expuestas como causas de la disminución del rendimiento post estiramiento estático. Por lo tanto, el FR tiene otros mecanismos por los cuales aumenta el rendimiento muscular. Se ha demostrado que el rodamiento con un FR por los tejidos blandos provocaría aumentos tanto de la temperatura del tejido como del flujo sanguíneo local. Esto provocaría mayor elasticidad de los tejidos, lo cual favorece la generación de fuerza explosiva en saltos que incluyan un contra movimiento debido a una mayor acumulación y liberación de energía durante el gesto motor³¹. Es por esto que creemos que en los resultados de nuestra revisión todos los estudios analizados incluyeron el CMJ para determinar ganancias en la altura del salto vertical posterior al uso del FR. Además, es una de las pruebas más utilizadas en deportes intermitentes y de explosividad.

La capacidad del FR de incidir sobre otros factores como el ROM puede influenciar mecanismos por los cuales muestra efectos positivos sobre la capacidad de salto. Treinta a 40 segundos de deslizamiento con FR 3 veces por semana muestra efectos positivos sobre el ROM³², también, se ha reportado que el FR puede incidir en el ROM de forma aguda, aumentando la dorsiflexión de tobillo hasta 60 minutos posterior a la intervención³³. El aumento del ROM también podría influir en el rendimiento de la altura del salto vertical, ya que permite que la unidad músculo-tendinosa genere mayor cantidad de fuerza.

Una de las limitaciones de esta revisión fue la imposibilidad de poder meta-analizar los datos debido la diversidad de instrumentos y protocolos utilizados por las investigaciones analizadas. Dentro de las fortalezas de esta revisión se encuentra el uso de una escala reconocida internacionalmente de la calidad metodológica de los estudios revisados. También, como fortaleza se puede destacar que esta revisión siguió las recomendaciones PRISMA-P y de esta forma se pudo asegurar una búsqueda comprensiva, exhaustiva y estructurada de la información recopilada.

Conclusiones

Las intervenciones con FR producen una mejora aguda de la capacidad de salto en deportistas (recreativos, elite, amateur). Existe una tendencia favorable entre el uso del FR y el aumento del ROM y el rendimiento, aunque la evidencia científica debe profundizar sobre los mecanismos por los cuales actúan estas mejoras. El volumen óptimo de trabajo que sugiere esta revisión son 1-2 series de deslizamiento de 30-45 segundos de duración por grupo muscular, aunque se debe estandarizar protocolos y tiempos de duración para maximizar los resultados.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Freiwald J, Baumgart C, Kühnemann M, Hoppe MW. Foam-rolling in sport and therapy—potential benefits and risks: part 1—definitions, anatomy, physiology, and biomechanics. *Sports Orthop Traumatol*. 2016;32:258-66.
- Schroeder AN, Best TM. Is self-myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. *Curr Sports Med Rep*. 2015;14:200-8.
- Kuruma H, Takei H, Nitta O, Furukawa Y, Shida N, Kamio H, et al. Effects of myofascial release and stretching technique on range of motion and reaction time. *J Phys Ther Sci*. 2013; 25:169-71.
- Škarabot J, Beardsley C, Štirn, I. Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. *Int J Sports Phys Ther*. 2015;10:203-12.
- Faigenbaum AD, McFarland JE, Schwerdtman JA, Ratamess NA, Kang J, Hoffman JR. Dynamic warm-up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. *J Athl Train*. 2006;41:357-63.
- Mohr AR, Long BC, Goad CL. Effect of foam rolling and static stretching on passive hip-flexion range of motion. *J Sport Rehabil*. 2014;23:296-9.
- Moraleda BR, Rosillo AL, González J, Martínez EM. Efectos del foam roller sobre el rango de movimiento, el dolor y el rendimiento neuromuscular: revisión sistemática. *Retos*. 2020;38:879-85.
- Bushell JE, Dawson SM, Webster MM. Clinical relevance of foam rolling on hip extension angle in a functional lunge position. *J Strength Cond Res*. 2015;29:2397-403.
- MacDonald GZ, Penney MD, Mullaley ME, et al. An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. *J Strength Cond Res*. 2013;27:812-21.
- Su H, Chang NJ, Wu WL, Guo LY, Chu IH. Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *J Sport Rehabil*. 2017;26:469-77.
- Pearcey GE, Bradbury-Squires DJ, Kawamoto JE, Drinkwater EJ, Behm DG, Button DC. Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *J Athl Train*. 2015;50:5-13.
- Faigenbaum AD, McFarland JE, Schwerdtman JA, Ratamess NA, Kang J, Hoffman JR. Dynamic warm-up protocols, with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. *J Athl Train*. 2006;41:357-63.
- Kyranoudis Á, Nikolaidis V, Ispirlidis I, Galazoulas C, Alipasali F, Famisis K. Acute effect of specific warm-up exercises on sprint performance after static and dynamic stretching in amateur soccer players. *J Phys Educ Sport*. 2018;18:825-30.
- Bosco C, Riu JMP. *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo; 1994.
- Mendez-Rebolledo G, Ramirez-Campillo R, Guzman-Muñoz E, Gatica-Rojas V, Dabanch-Santis A, Diaz-Valenzuela F. Short-term effects of kinesio taping on muscle recruitment order during a vertical jump: a pilot study. *J Sport Rehabil*. 2018;27:319-26.
- Moraleda BR, Rosillo AL, González J, Martínez, EM. Efectos del foam roller sobre el rango de movimiento, el dolor y el rendimiento neuromuscular: revisión sistemática. *Retos*. 2020;38:879-85.
- Ribeiro CC, Gómez-Conesa A, Montesinos MH. Metodología para la adaptación de instrumentos de evaluación. *Fisioterapia*. 2010;32:264-70.
- Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the physiotherapy evidence database (PEDro). *Aust J Physiother*. 2002;48:43-9.
- Kyranoudis E, Metaxas T. The acute effects of combined foam rolling and static stretching program on hip flexion and jumping ability in soccer players. *J Phys Educ Sport*. 2019;19:1164-72.
- Lin WC, Lee CL, Chang NJ. Acute effects of dynamic stretching followed by vibration foam rolling on sports performance of badminton athletes. *J Sports Sci Med*. 2020;19:420-8.
- Piştirici P, Ekiz MB, İlhan CA. Investigation of the acute effect of myofascial release techniques and dynamic stretch on vertical jump performance in recreationally active individuals. *J Phys Educ Sport*. 2020;20:1569-79.
- Portilla-Dorado E, Villaquirán-Hurtado A, Molano-Tobar N. Potencia del salto en jugadores de fútbol sala después de la utilización del rodillo de espuma y la facilitación neuromuscular propioceptiva en la musculatura isquiosural. *Rev Acad Colomb Ci Exact*. 2019;43:165-76.
- Rey E, Padrón-Cabo A, Costa PB, Barcala-Furelos R. Effects of foam rolling as a recovery tool in professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2019; 33:2194-201.
- Romero-Franco N, Romero-Franco J, Jiménez-Reyes P. Jogging and practical-duration foam-rolling exercises and range of motion, proprioception, and vertical jump in athletes. *J Athl Train*. 2019;54:1171-8.
- Stojanović E, Ristić V, McMaster DT, Milanović Z. Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2017;47:975-86.
- Berton R, Lixandrão ME, Pinto E Silva CM, Tricoli V. Effects of weightlifting exercise, traditional resistance and plyometric training on countermovement jump performance: a meta-analysis. *J Sports Sci*. 2018;36:2038-44.
- Sperlich PF, Behringer M, Mester J. The effects of resistance training interventions on vertical jump performance in basketball players: a meta-analysis. *J Sports Med Phys Fitness*. 2016;56:874-83.
- Kelly S, Beardsley C. Specific and cross-over effects of foam rolling on ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther*. 2016;11:544-51.
- Behm DG, Blazevich AJ, Kay AD, McHugh M. Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2016;41:1-11.
- Simic L, Sarabon N, Markovic G. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scand J Med Sci Sports*. 2013; 23:131-48.
- Kopec TJ, Bishop PA, Esco MR. Influence of dynamic stretching and foam rolling on vertical jump. *Athl Train Sports Health Care*. 2017;9:33-8.
- Junker DH, Stögg TL. The foam roll as a tool to improve hamstring flexibility. *J Strength Cond Res*. 2015;29:3480-5.
- Yoshimura A, Schleip R, Hirose N. Effects of self-massage using a foam roller on ankle range of motion and gastrocnemius fascicle length and muscle hardness: a pilot study. *J Sport Rehabil*. 2020;29:1171-8.

Entrenamiento intervalado de alta-intensidad en el adulto mayor sano. Una revisión sistemática

Pilar Labrin¹, Nicol Paris¹, Victoria Torres¹, Humberto Castillo-Quezada², Claudio Hernández-Mosqueira³

¹Programa Magíster en Ejercicio Físico y Salud. Universidad San Sebastián. Puerto Montt. Chile. ²Facultad de Educación y Ciencias Sociales. Carrera de Educación Física. Universidad Andrés Bello. Concepción. Chile. ³Departamento de Educación Física. Deportes y Recreación. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00117

Recibido: 25/03/2022

Aceptado: 07/10/2022

Resumen

Introducción: Debido a los cambios demográficos de fecundidad y mortalidad se predice que en el año 2050 la proporción de la población mundial de 60 años y más, aumentará del 11% al 22%.

Objetivo: Analizar los efectos del entrenamiento intervalado de alta-intensidad en el adulto mayor sano.

Material y método: Se realizó una búsqueda bibliográfica en las siguientes bases de datos Pubmed, Scielo y ScienceDirect, con la utilización de los términos booleanos High-intensity Interval exercise OR High-intensity interval training OR high intensity interval activity AND aged OR older adult OR elderly. Se utilizó la estrategia PICoR para definir criterios de elegibilidad (P) Adultos mayores sanos, (I) Utilizar Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT), (C) ser sometidos a evaluación mediante la escala de PEDRO y obtener en esta un puntaje igual o superior a 6 puntos, (O) efecto del entrenamiento intervalado de alta intensidad en el Adulto Mayor sano (S) estudios con grupos control u otras intervenciones, publicados entre los años 2016 a 2021.

Resultados: Se identificaron 1.516 artículos, pero solo se incluyeron los que cumplieron con los criterios de inclusión (7 estudios). Se obtuvieron mejoras significativas en la calidad de sueño, fatiga y composición corporal combinando un entrenamiento HIIT con apoyo nutricional. Otras mejoras se obtuvieron en fuerza, hormonas anabólicas, lípidos en sangre, Vo2máx, tolerancia al ejercicio y PA sistólica solo utilizando entrenamiento HIIT.

Conclusión: El entrenamiento HIIT adaptado, es aplicable a adultos mayores sanos y provoca mejoras significativas en este grupo etario.

Palabras clave:

Entrenamiento intervalado de alta intensidad. Adulto mayor sano. Entrenamiento deportivo.

Key words:

High-intensity interval training. Healthy older adult. Sports training.

High-intensity interval training in the healthy elderly. A systematic review

Summary

Introduction: Due to demographic changes in fertility and mortality, it is predicted that in 2050 the proportion of the world population aged 60 and over will increase from 11% to 22%.

Objective: To analyze the effects of high-intensity interval training in healthy older adults.

Material and method: A bibliographic search was carried out in the following Pubmed, Scielo and ScienceDirect databases, using the Boolean terms High-intensity interval exercise OR High-intensity interval training OR high intensity interval activity AND aged OR older adult OR elderly. The PICoR strategy was used to define eligibility criteria (P) Healthy Older Adults, (I) Use High Intensity Interval Training (HIIT), (C) be subjected to evaluation using the PEDRO scale and obtain a score equal to or greater than 6 points, (O) effect of high-intensity interval training in Adults Healthy elderly (S) studies with control groups or other interventions, published between the years 2016 to 2021.

Results: 1.516 articles were identified, but only those that met the inclusion criteria (7 studies) were included. Significant improvements in sleep quality, fatigue, and body composition were obtained by combining HIIT training with nutritional support. Other improvements were obtained in strength, anabolic hormones, blood lipids, VO2max, exercise tolerance, and systolic BP using only HIIT training.

Conclusion: The adapted HIIT training is applicable to healthy older adults and causes significant improvements in this age group.

Correspondencia: Claudio Hernández-Mosqueira

E-mail: claudiomarclo.hernandez@ufrontera.cl

Introducción

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) determina que el envejecimiento de la población es consecuencia de la evolución de los componentes del cambio demográfico (fecundidad y mortalidad)^{1,2}. En efecto, se predice que en el año 2050 la proporción de la población mundial de 60 años y más aumentará del 11% al 22%. Asimismo, se dice que entre el 2025 y el 2030, la esperanza de vida en América Latina y el Caribe aumentará a 80,7 años para las mujeres y 74,9 años para los hombres³. De la misma forma en Chile se espera que para el año 2025, las personas mayores de 60 años sean el 20% de la población, superando a partir de ese año, al grupo de menores de 15 años⁴. Este cambio implica el desafío de una ancianidad saludable⁵, para ello el Servicio Nacional del Adulto Mayor (SENAMA)⁴ y Ministerio de Salud (MINSAL)⁶ han implementado una serie de programas en beneficio del adulto mayor (AM), personas que han cumplido 60 años o más, los cuales tienen como objetivo lograr promover un envejecimiento activo, fomentando el encuentro intergeneracional, la creación de entornos favorables, que aporten a la calidad de vida, retrasen los niveles de dependencia, y permanezcan funcionales y autovalentes por el mayor tiempo posible⁷. Es de conocimiento que el deterioro funcional es uno de los principales factores que influyen en la disminución de la calidad de vida, ocasionando efectos deletéreos en su estado de salud⁸.

El envejecimiento es un proceso normal del ciclo vital, el cual se caracteriza por una pérdida progresiva de la reserva funcional, tanto a nivel molecular, celular y sistémico, afectando la capacidad fisiológica de mantener la homeostasis, lo que conlleva cambios a nivel cognitivo, fisiológico, físico, psicológico y social^{9,10}. Por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹¹ y otros autores^{12,13} coinciden en que practicar ejercicio físico durante el envejecimiento tiene múltiples beneficios, entre estos beneficios destacan: menor índice de mortalidad en todas sus causas¹¹, mejor salud funcional^{11,14-16}, y prevención o retraso del deterioro cognitivo^{14,17}.

Considerando estos beneficios y las recomendaciones de la OMS para el adulto mayor, una opción llamativa es el entrenamiento intervalado de alta-intensidad (HIIT, por sus siglas en inglés) el cual consiste en episodios cortos de ejercicio de alta-intensidad (>85% del VO_{2max}), alternados con periodos de descanso o recuperación activa a baja intensidad (20-40% VO_{2max})¹⁸, su principal objetivo es la mejora del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max})¹⁹. Este método de entrenamiento ha demostrado ser eficaz en diferentes poblaciones y en una diversidad de patologías: niños²⁰, adolescentes²¹ y adultos jóvenes²² con alteraciones cardio metabólicas como obesidad²³, diabetes²⁴, hipertensión²⁵, y síndrome metabólico^{26,27}. Como mencionan Abarzúa *et al.*²⁸ y Martín *et al.*²⁹, el HIIT en adolescentes sanos induce mejoras en aptitud muscular, cardiovascular y composición corporal. En cuanto a los adultos también ha demostrado ser altamente efectivo, incluso en receptores de trasplantes cardiacos mejorando VO_{2pico} , frecuencia cardiaca máxima, y frecuencia cardiaca de reserva³⁰.

En resumen, podemos fundar que el entrenamiento HIIT aparte de su objetivo principal que es la mejora del VO_{2max} este puede ser altamente efectivo para otras variables, sin embargo, en relación con la aplicación de HIIT en adultos mayores, López-Chicharro¹⁹, establece que considerando las características propias del HIIT no es posible en

términos fisiológicos aplicar al adulto mayor un HIIT real, por lo que debe ser individualizado, adaptándose a las características propias de cada sujeto, como su comportamiento, preferencias y objetivos.

De acuerdo con lo expuesto, el objetivo de esta revisión sistemática es analizar los efectos del entrenamiento HIIT en el adulto mayor sano.

Material y método

Esta revisión sistemática se realizó en acuerdo a las normas establecidas por la declaración PRISMA³¹.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica tanto en inglés como en español, en el periodo comprendido entre enero de 2016 a abril de 2021, a través de las bases de datos Pubmed, Scielo, y ScienceDirect. Los criterios de elegibilidad fueron establecidos en base a estrategia PICoR:

- P (Participantes/Población): adulto mayor sano.
- I (Intervención): High-intensity Interval Exercise.
- C (Comparación): con grupos control u otras intervenciones.
- O (Resultados): efecto del entrenamiento intervalado de alta intensidad en el Adulto Mayor sano.

Los descriptores de búsqueda utilizados fueron: *High-intensity Interval exercise AND older adult, High-intensity Interval exercise AND elderly, High-intensity Interval exercise AND aged; High-intensity interval training AND older adult, High-intensity interval training AND elderly, High-intensity interval training AND aged; High intensity interval activity AND older adult, High intensity interval activity AND elderly, High intensity interval activity AND aged.*

Selección de los artículos y criterios de inclusión

Los criterios de inclusión fueron:

- Muestra-adultos mayores sanos.
- Trabajos de tipo experimental y cuasi experimental, controlados - aleatorizados.
- Sin distinción de sexo.
- Artículos gratuitos.

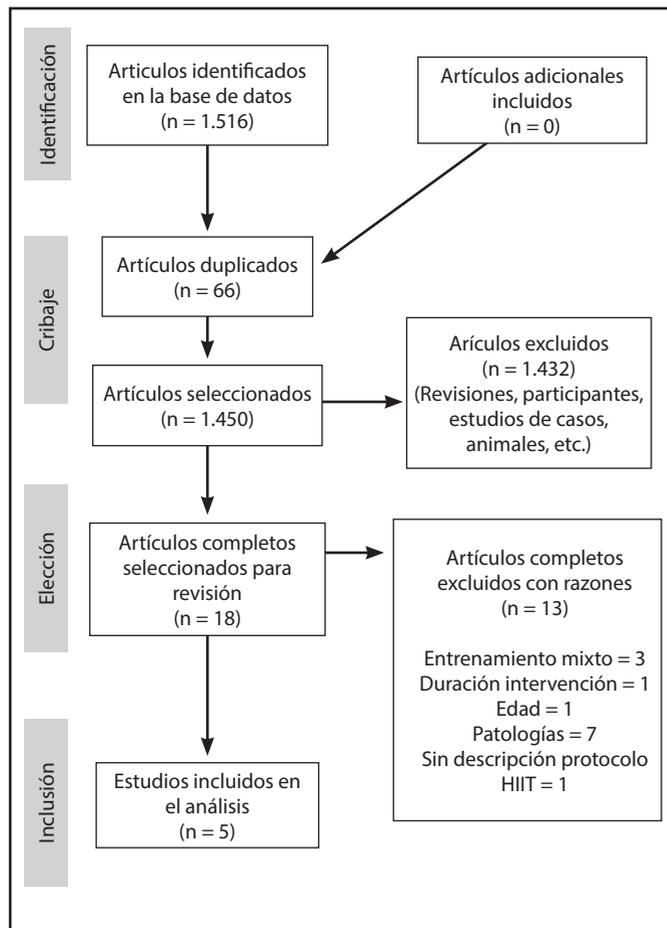
Evaluación de la calidad

La evaluación de calidad metodológica se realizó utilizando la escala PEDro³². La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada en el Departamento de editoriales o tesis. Los artículos seleccionados por título y resumen debían cumplir las condiciones indicadas en la estrategia de búsqueda (criterios de inclusión).

Recolección de información

La búsqueda de artículos en las bases de datos Pubmed, Scielo y ScienceDirect arrojó un total de $n = 1.516$. Se eliminaron 66 artículos duplicados y no se agregaron artículos adicionales a la búsqueda. A partir de la lectura de títulos y resúmenes, se seleccionaron 18 artículos. Posteriormente, en base a la lectura completa de los artículos se excluyeron 13 artículos por las siguientes razones: entrenamientos mixtos o

Figura 1. Diagrama de flujo de selección de estudios.



combinados con otros entrenamientos, patologías no controladas, edad inferior a 60 años, duración de la intervención en años y por no describir la intervención HIIT, seleccionando finalmente 5 artículos que cumplen con los criterios de inclusión-exclusión (Figura 1) y escala PEDro.

Resultados

Los resultados de la calidad metodológica de cada artículo seleccionado para la revisión sistemática se presentan en la Tabla 1, los cuales presentan una calidad metodológica según la escala de PEDro entre 6 y 9 puntos.

Tabla 1. Escala PEDro para evaluar la calidad metodológica de los estudios seleccionados (n = 5).

Autores-año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntuación total
Jiménez <i>et al.</i> ³⁴	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	9
Bruseghini <i>et al.</i> ³⁵	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	6
Buckinx <i>et al.</i> ³⁶	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	6
Herrod <i>et al.</i> ³⁷	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	9
Moro <i>et al.</i> ³⁸	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	7

Se considera que los estudios que consiguen una puntuación de 9-10 en la escala PEDro, tienen una calidad metodológica excelente. Los estudios con una puntuación entre 6-8 tienen una buena calidad metodológica, entre 4-5 una calidad regular y, por debajo de 4 puntos tienen una mala calidad metodológica³³, por lo que en general, los artículos seleccionados presentan una buena calidad metodológica.

En la Tabla 2 se presentan las variables estudiadas en los artículos incluidos. En base a la información recopilada, obtuvimos una población total estudiada de 245 adultos mayores: hombres (n = 115) y mujeres (n = 130), de edad igual o superior a 60 años, los cuales todos fueron asignados al azar a grupos HIIT vs MIIC³⁴, HIIT v/s entrenamiento aeróbico³⁵, HIIT+CIT v/s HIIT+PLA³⁶, HIIT v/s GC³⁷, y HIIRT v/s TRT³⁸.

El volumen total de las intervenciones realizadas en los artículos seleccionados comprende entre 2 y 12 semanas de aplicación, con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana, la duración de cada sesión de entrenamiento varía entre los 16,5 min y los 60 min., en los cuales se incluye el tiempo de calentamiento y enfriamiento (ver Tabla 3).

El porcentaje de abandono de los participantes en los estudios de Herrod y Bruseghini fue de 0%^{35,37}, mientras que en el de Moro, si bien hubo un porcentaje de abandono del 34%, solo el 11% representaba al grupo HIIT³⁸, al igual que en el de Buckinx *et al.*³⁶ en el cual fue menor el porcentaje de abandono en HIIT que en otras modalidades de entrenamiento.

En relación con los outcomes (calidad del sueño y fatiga)³⁴, no hubo diferencias significativas entre los grupos HIIT y MIIC, sin embargo, el grupo HIIT si obtuvo diferencias significativas PRE-POST en cuanto a la mejora de la calidad del sueño y a su vez obtuvo una disminución significativa en sus puntuaciones de fatiga.

En cuanto a la composición corporal y el efecto del HIIT, el HIIT mejoró significativamente la composición corporal en el estudio de Buckinx *et al.*³⁶ en el cual se evalúa la influencia de la ingesta de proteína en el efecto combinado del HIIT+CIT, disminuyendo significativamente la masa grasa total y aumentando significativamente la masa magra, mientras tanto en los artículos de Moro *et al.*³⁸ y Herrod *et al.*³⁷, hubo leves cambios pero no significativos. También se observó en el estudio de Buckinx *et al.*³⁶ que el HIIT combinado con ingesta de citrulina, sería más beneficioso en adultos mayores obesos que comen menos de 1 g/kg/día de proteína al día ya que existen mayores mejoras en la composición corporal. En relación con la fuerza muscular que se evalúa en dos estudios, esta tuvo mejoras significativas en ambos^{36,38}.

En las capacidades funcionales el HIIT tuvo mejoras significativas para todos los parámetros (*Timed up go*, prueba de soporte en silla, prueba de equilibrio unipodal, prueba de marcha de 6 min.), sin embargo,

Tabla 2. Variables estudiadas de los artículos incluidos (n = 5).

Autores-año	Participantes	Intervención	Comparación	Outcomes	Resultado
Jiménez <i>et al.</i> ³⁴	n = 73 (H = 17, M = 56) (HIIT = 26, MIICT = 24, GC = 23)	12 semanas (2/semana) 45' x sesión, HIIT 4X4' 90-95% FCM TRX MIICT 70% FCM TRX	HIIT V/S MIICT	Calidad de sueño Fatiga	↑ ↓
Bruseghini <i>et al.</i> ³⁵	n = 24 (H = 24) (HIIT = 12, Aeróbico = 12)	8 semanas (3/semana) HIIT Bicicleta 7x2 85-95% VO _{2max} .	HIIT V/S Aeróbico	Actividad Física Gasto energético	↑ =
Buckinx <i>et al.</i> ³⁶	n = 73 (H = 33, M = 40)	12 semanas (3/semana) HIIT Elíptica 10 x 30" (80-85%) x 90" (65%)FC _{max} .	HIIT+CIT V/S HIIT+PLA	Composición corporal Fuerza muscular Capacidades funcionales	↑ ↑ ↑
Herrod <i>et al.</i> ³⁷	n = 40 (H = 21, M = 19) (HIIT = 30, GC = 10)	2-4-6 semanas (3/semana) HIIT Cicloergómetro 5 x 60" (90% -110% POT _{max}) x 90" (Activo)	HIIT V/S GC	Umbral anaeróbico VO _{2max} Tolerancia al ejercicio PA sistólica PA diastólica Composición corporal	= ↑ ↑ ↓ = =
Moro <i>et al.</i> ³⁸	n = 35 (H = 20, M = 15) (HIIT = 18, TRT = 17)	16 semanas (2/semana) HIIT de fuerza 6RM (80%) x 20" + rep al fallo (80%) x 20" + 2-3 rep (80%) x 2'30"	HIIRT V/S TRT	Composición corporal Fuerza Hormonas anabólicas Lípidos en sangre	= ↑ ↑ ↑

HIIT: Entrenamiento a intervalos de alta intensidad; MIICT: Entrenamiento a intervalos de intensidad moderada; CIT: Citrulina; PLA: Placebo; GC: Grupo control; HIIRT: Entrenamiento de resistencia a intervalos de alta intensidad; TRT: Entrenamiento de resistencia tradicional.

*Diferencia estadísticamente significativa en HIIT/outcomes.

Tabla 3. Características de las intervenciones.

Artículos	Participantes	Modalidad/ intensidad	Frecuencia v/semana	Duración	Recuperación	Tiempo total (min.)	Duración de la intervención (semanas)
Jiménez <i>et al.</i> ³⁴	n = 26	TRX 90-95% pulso máximo	2	4 x 4 min.	3 min.	48	12
Bruseghini <i>et al.</i> ³⁵	n = 12	Ciclismo 85%-95% VO _{2max} .	3	7 x 2min	2 min. 40% VO _{2max} .	45 - 60	8
Buckinx <i>et al.</i> ³⁶	n = 73 (H = 33, M = 40)	Elíptica 80%-85% FC _{max} .	3	10 x 30 seg.	90 seg. 65% FC _{max} .	30	12
Herrod <i>et al.</i> ³⁷	n = 30	Ciclismo 90%-110% POT _{max} .	3	5 x 1min.	90 segundos	16,5	2 4 6
Moro <i>et al.</i> ³⁸	n=18	6 RM 80% 1 RM	2	Se midió en repeticiones x RM	20 segundos	45	16

las diferencias no fueron significativas entre grupos³⁶. En cuanto al consumo máximo de oxígeno, este tuvo aumento significativo a las 6 semanas de HIIT, no así a las 4 o 2 semanas de intervención³⁷; para la tolerancia al ejercicio HIIT demostró tener una interacción significativa en las 2, 4 y 6 semanas de entrenamiento³⁷; para la presión arterial sistólica (PAS) en reposo, HIIT demostró una disminución significativa a las 4 y 6 semanas de entrenamiento, no así a las 2 semanas y no hubo diferencias significativas en la presión arterial diastólica a las 2, 4 o 6 semanas de entrenamiento con HIIT³⁷. Finalmente y en relación a las hormonas anabólicas y lípidos en sangre, si bien los niveles de cortisol fueron más altos en ambos grupos de entrenamiento (TRT y HIIRT), sólo fue estadísticamente significativo en el grupo HIIRT; la insulina disminuyó significativamente sólo para el grupo HIIRT; los niveles basales de hormona del crecimiento (GH) disminuyeron significativamente en TRT y no en HIIRT; en ambos grupos hubo mejora en

su perfil lipídico, pero solo HIIRT obtuvo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)³⁸.

Otro hallazgo es que el HIIT no afecta negativamente el estilo de vida de los adultos mayores activos, ya que no reduce el gasto energético diario ni aumenta el tiempo sedentario³⁴.

Discusión

El objetivo de esta revisión fue evaluar los efectos de un programa HIIT como medio de entrenamiento saludable en personas adultas mayores sanas (>60 años). Los estudios incluidos han demostrado que a partir de un programa de HIIT bien aplicado y controlado en adultos mayores, efectivamente se ven mejoras en diferentes indicadores, tales como: calidad de sueño y la fatiga³⁴, gasto energético³⁵, capacidad funcional y composición corporal³⁶; resistencia física³⁷; fuerza muscular^{36,38};

tolerancia al ejercicio³⁷; hormonas anabólicas y lípidos en sangre³⁸; presión arterial sistólica y $VO_{2máx}$.³⁷

Si hablamos de la calidad del sueño, en este aspecto Štefan *et al.*³⁹, demuestra que las personas mayores que informan una duración de sueño corta tienen menos probabilidades de cumplir con las recomendaciones de actividad física para su grupo de edad, sin embargo, las que informan una duración de sueño prolongada y una buena calidad de sueño tienen más probabilidades de cumplir con las mismas recomendaciones, además existen diversas intervenciones terapéuticas para el tratamiento de sueño, entre las cuales destaca el farmacéutico⁴⁰, sin embargo, por sus efectos secundarios se recomienda preferiblemente intervenciones no farmacológicas⁴¹ como el realizar ejercicio físico⁴².

En cuanto al $VO_{2máx}$, el cual se utiliza con frecuencia como un indicador de la aptitud cardiorrespiratoria, y que se considera fundamental para la promoción de la salud⁴³, el análisis de los resultados nos muestra que es necesario una duración igual o superior a 6 semanas de HIIT para observar mejoras significativas, al igual que en la PAS en reposo donde es necesario un mínimo de 4-6 semanas de intervención, lo que concuerda con el estudio de Wen *et al.*⁴⁴ y de Batacan *et al.*⁴⁵ donde se recomienda el HIIT de intervalo largo (≥ 2 min), de alto volumen (≥ 15 min) y de moderado a largo plazo ($\geq 4-12$ semanas) para maximizar los efectos en el $VO_{2máx}$.

También se logró observar que una combinación de HIIT con apoyo nutricional puede aumentar los efectos beneficiosos en la composición corporal de los Adultos Mayores con obesidad⁴⁶.

Si bien el entrenamiento HIIT obtuvo todas estas mejoras, es importante mencionar que, entre los artículos estudiados, no hay ningún protocolo similar a otro, ya sea en cantidad de intervalos, modalidad de entrenamiento (TRX, ciclismo, elíptica, cicloergómetro, RM), o duración total de la intervención, por lo que es difícil determinar cuál sería el protocolo ideal para generar cambios significativos en el adulto mayor. Sin embargo, algo en común y muy importante es el bajo porcentaje de abandonos o lesiones relacionadas con el entrenamiento, incluso de 0%^{35,37}, lo que apoya la moción que el HIIT es una buena estrategia de entrenamiento que estimula las adaptaciones en adultos mayores sanos⁴⁷, además en otros artículos^{34,36,38} en los que existieron abandonos, estos no superaron los 2 a 4 participantes, y cuyos motivos no tienen relación con el entrenamiento HIIT.

Para favorecer la participación de los Adultos mayores en la realización de HIIT, la evidencia científica sugiere incluir un período de adaptación de 4 semanas³⁸, previo al HIIT que involucre ejercicios de fuerza, al igual que realizar HIIT con ejercicios de bajo impacto, en cicloergómetro o elíptica al trabajar con adultos obesos y/o sedentarios, para disminuir así el riesgo de lesiones y el porcentaje de abandonos.

Los resultados obtenidos en este trabajo de revisión pueden considerarse novedosos y positivos, dado los efectos beneficiosos que puede tener una intervención de HIIT en el adulto mayor sano, donde un programa adaptado puede provocar mejoras significativas, con un mínimo de 4 semanas de intervención, en frecuencia cardíaca máxima, presión arterial sistólica en reposo, calidad de sueño y tolerancia a la fatiga, además de reducir los niveles de insulina basal y reducción de colesterol basal considerándose una buena vía no farmacológica para mejorar su estilo de vida, no produciendo efectos compensatorios en el adulto mayor.

Conclusión

En conclusión los 5 artículos revisados nos entregan evidencia que el HIIT adaptado, puede provocar mejoras significativas en adultos mayores sanos, con un mínimo de 4 semanas de intervención, como mejoras en frecuencia cardíaca máxima, presión arterial sistólica en reposo, calidad de sueño y tolerancia a la fatiga, además de reducir los niveles de insulina basal y reducción de colesterol basal, considerándose una buena vía no farmacológica para mejorar su estilo de vida, no produciendo efectos compensatorios en el adulto mayor.

Conflictos de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Comisión económica para América Latina y El Caribe (CEPAL). Acerca del envejecimiento.
- Díaz C. Migración internacional, envejecimiento poblacional y segunda transición demográfica, ¿hacia dónde va Chile? *Notas de Población*, n°105, julio-diciembre. 2017.
- 69ª Asamblea Mundial de la Salud. Acción multisectorial para un envejecimiento saludable basado en el ciclo de vida: proyecto de estrategia y plan de acción mundiales sobre el envejecimiento y la salud: Informe de la Secretaría. Organización Mundial de la Salud, 2016.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). Estrategia y plan de acción sobre demencias en las personas mayores. 54º Consejo Directivo, 67ª sesión del Comité Regional de la OMS para las Américas, Washington, D.C., del 28 de septiembre al 2 de octubre del 2015 (CD54.R11).
- Barrera-Algarín E. Actividad física, autoestima y situación social en las personas mayores. *Rev Psicol Dep.* 2017;26:10-6.
- Ministerio de desarrollo social y familia. Programa envejecimiento activo.
- Alvarez AM, de Araujo Sandri JV. Population aging and the Nursing commitment. *Rev. Bras. Enferm.* 2018, p. 722-3.
- Poblete-Valderrama F, Coronado FB, Aichele CV, Bravo EC. Nivel de actividad física y funcionalidad en adultos mayores. *Rev Cien Act Fis.* 2016;17:59-65.
- Carrasco M. Fragilidad: Un síndrome geriátrico en evolución. Escuela de Medicina, Universidad Católica de Chile. 2015. (Consultado 12/01/2020).
- Galle FA, Martella D, Bresciani G. Modulación antioxidante y antiinflamatoria del ejercicio físico durante el envejecimiento. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2018;53:279-84.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). La actividad física en adultos mayores. (Consultado 13/01/2020).
- Landinez NS, Contreras K, Castro Á. Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Rev Cub Sal Púb.* 2012;38:562-80.
- Jiménez-Morales X. Cambio demográfico: la actividad física como factor de protección para un envejecimiento saludable. *Rev Hisp Cienc Salud.* 2020;6:69-74.
- Laredo-Aguilera J, Carmona-Torres J, Mota-Cátedra G. El envejecimiento activo: La importancia de la actividad física en las personas mayores. Estudio de revisión narrativa. *Trances.* 2017;9:142-66.
- Thomas E, Battaglia G, Patti A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2019;98:e16218.
- Sherrington C, Michaleff ZA, Fairhall N, et al. Exercise to prevent falls in older adults: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51:1750-8.
- Martland R, Mondelli V, Gaughran F and Stubbs B. Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *J Sports Sci.* 2020;38:430-69.
- Gómez-Piqueras P, Sánchez-González M. Entrenamiento de intervalos de alta intensidad (hiit) en adultos mayores: una revisión sistemática. *Pen Mov.* 2019;17:118-39.
- López-Chicharro J, Vicente-Campos D. *HIIT Entrenamiento interválico de alta intensidad: bases fisiológicas y aplicaciones prácticas.* Madrid: Exercise Physiology and Training, Ed. 2018.
- Chuensiri N, Suksom D, Tanaka H. Effects of high-intensity intermittent training on vascular function in obese preadolescent boys. *Child Obes.* 2018;14:41-9.

21. Abarzúa J, Viloff W, Bahamondes J, Olivera Y, Poblete-Aro C, Herrera-Valenzuela T, et al. Efectividad de ejercicio físico intervalado de alta intensidad en las mejoras del fitness cardiovascular, muscular y composición corporal en adolescentes: una revisión. *Rev Méd Chile*. 2019;147:221-30.
22. Machado AF, Miranda ML, Rica RL, Figueira Junior A, Bocalini DS. Bodyweight high-intensity interval training: a systematic review. *Rev Bras Med Esp*. 2018;24:234-7.
23. Molina C, Cifuentes G, Martínez C, Mancilla R, Díaz E. Effects of 12 sessions of high intensity intermittent training and nutrition counseling on body fat in obese and overweight participants. *Rev Med Chil*. 2016;144:1254-9.
24. Louzada-Júnior A, da-Silva JM, da-Silva VF, et al. Multimodal HIIT is more efficient than moderate continuous training for management of body composition, lipid profile and glucose metabolism in the diabetic elderly. *Int J Morphol*. 2020;38:392-9.
25. Olea MA, Mancilla R, Martínez S, Díaz E. Entrenamiento interválico de alta intensidad contribuye a la normalización de la hipertensión arterial. *Rev Méd Chile*. 2017;145:1154-9.
26. Aguilera R, Vergara C, Quezada R, Sepúlveda M, Coccio N, Cortés P, et al. Ejercicio intervalado de alta intensidad como terapia para disminuir los factores de riesgo cardiovascular en personas con síndrome metabólico: revisión sistemática con meta-análisis. *Nut Hosp*. 2015;32:2460-71.
27. Morales-Palomo F, Ramirez-Jimenez M, Ortega JF, Mora-Rodríguez R. Effectiveness of aerobic exercise programs for health promotion in metabolic syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51:1876-83.
28. Abarzúa J, Viloff W, Bahamondes J, Olivera Y, Poblete-Aro C, Herrera-Valenzuela T, et al. Efectividad de ejercicio físico intervalado de alta intensidad en las mejoras del fitness cardiovascular, muscular y composición corporal en adolescentes: una revisión. *Rev Méd Chile*. 2019;147:221-30.
29. Martin-Smith R, Cox A, Buchan DS, Baker JS, Grace F, Sculthorpe N. High intensity interval training (hiit) improves cardiorespiratory fitness (crf) in healthy, overweight and obese adolescents: a systematic review and meta-analysis of controlled studies. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(8):2955.
30. Conceição LS, Gois CO, Fernandes RE, Martins-Filho P, Gomes M, Neto V, et al. Effect of high-intensity interval training on aerobic capacity and heart rate control of heart transplant recipients: a systematic review with meta-analysis. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2021;36:86-93.
31. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ*. 2009;339:b2535.
32. Yamato TP, Arora M, Stevens ML, Elkins MR, Moseley AM. Quality, language, subdiscipline and promotion were associated with article accesses on Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Physiotherapy*. 2018;104:122-8.
33. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003;83:713-21.
34. Jiménez-García JD, Hita-Contreras F, de la Torre-Cruz MJ, et al. Effects of HIIT and MIT suspension training programs on sleep quality and fatigue in older adults: randomized controlled clinical trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3):1211.
35. Bruseghini P, Tam E, Calabria E, Milanese C, Capelli C, Galvani C. High intensity interval training does not have compensatory effects on physical activity levels in older adults. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(3):1083.
36. Buckinx F, Marcangeli V, Pinheiro Carvalho L, et al. Initial dietary protein intake influence muscle function adaptations in older men and women following high-intensity interval training combined with citrulline. *Nutrients*. 2019;11(7):1685.
37. Herrod PJ, Blackwell JE, Boereboom CL, Atherton PJ, Williams JP, Lund JN, et al. The time course of physiological adaptations to high-intensity interval training in older adults. *Aging Med*. 2020;3:245-51.
38. Moro T, Tinsley G, Bianco A, Gottardi A, Gottardi GB, Faggiani D, et al. High intensity interval resistance training (HIIRT) in older adults: Effects on body composition, strength, anabolic hormones and blood lipids. *Exp Gerontol*. 2017;98:91-8.
39. Štefan L, Vrgoč G, Rupčić T, Sporiš G, Sekulić D. Sleep duration and sleep quality are associated with physical activity in elderly people living in nursing homes. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(11):2512.
40. Burhenn P. Insomnia in the older adult with cancer. *J Geriatr Oncol*. 2013;4:S14.
41. Gutiérrez-Valencia M, Izquierdo M, Cesi M, Casas-Herrero Á, Inzitari M, Martínez-Velilla N. The relationship between frailty and polypharmacy in older people: A systematic review. *Bmj-Brit Med J*. 2018;84:1432-44.
42. Schutte-Rodin S, Broch L, Buysse D, Dorsey C, Sateia M. Clinical guideline for the evaluation and management of chronic insomnia in adults. *J Clin Sleep Med*. 2008;4:487-504.
43. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43:1334-59.
44. Wen D, Utesch T, Wu J, Robertson S, Liu J, Hu G, et al. Effects of different protocols of high intensity interval training for VO_{2max} improvements in adults: A meta-analysis of randomised controlled trials. *J Sci Med Sport*. 2019;22:941-7.
45. Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med*. 2017;51:494-503.
46. Coelho-Júnior HJ, Milano-Teixeira L, Rodrigues B, Bacurau R, Marzetti E, Uchida M. Relative protein intake and physical function in older adults: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Nutrients*. 2018;10(9):1330.
47. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012;590:1077-84.

Lesiones y enfermedades durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021: un estudio epidemiológico

Diego J. Bogado¹, Rodrigo A. Martínez Stenger², Jesica E. Blajman³, Gonzalo M. Santiago³, Carina S. Palma¹, Valeria N. Quiróz¹, Máximo Barrios¹, Elisa N. Mamani¹

¹Universidad Nacional de Hurlingham. Instituto de Salud Comunitaria. Villa Tesei. Provincia de Buenos Aires. Argentina. ²Hospital Doctor Abel Zubizarreta. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina. ³Universidad Nacional de Rafaela. Rafaela. Provincia de Santa Fe. Argentina.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00118

Recibido: 26/04/2022

Aceptado: 07/10/2022

Resumen

Introducción: Varias federaciones deportivas internacionales han implementado un sistema estandarizado de registro de lesiones durante sus campeonatos. Sin embargo, muy pocos estudios han incorporado a deportistas con discapacidad durante los principales campeonatos, aparte de los Juegos Paralímpicos. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar la tasa y características de las enfermedades y lesiones durante el Campeonato Sudamericano de Baloncesto en Silla de Ruedas 2021.

Material y método: Se solicitó a los cuerpos técnicos de los 11 equipos participantes (un total de 129 jugadores), que reportaran diariamente todas las afecciones ocurridas y sus características en un formulario estandarizado. Se calcularon las tasas de prevalencia e incidencia.

Resultados: Se reportaron 108 afecciones, equivalentes a 83,7 por 100 jugadores [IC 95%: 67,9-99,5], con 8 afecciones de tiempo perdido (6,2 por 100 jugadores [IC 95%: 1,9-10,5]) y un total de 74 lesiones de atención médica (57,4 por 100 jugadores [IC 95%: 44,3-70,4]). Se informaron 15 enfermedades, y los sistemas orgánicos más afectados fueron el oftalmológico, gastrointestinal y genitourinario. Se registraron más lesiones durante los partidos (n=43). Las regiones más afectadas fueron hombro/clavícula (24,7%), mano/dedos (23,7%) y cuello/columna cervical (12,9%). Las afecciones más frecuentes fueron las contracturas/calambres musculares (32,2%), y el mecanismo predominante fue el sobreuso (53,8%). Se reportó un 2,2% de conmociones producidas durante los entrenamientos. La mayoría de los eventos registrados fueron sin pérdida de tiempo y con retorno a la plena participación entre cero y un día.

Conclusión: El seguimiento de problemas de salud durante las competiciones es esencial para determinar los factores de riesgo de lesiones específicas del deporte, y se debe implementar un enfoque complejo para el reconocimiento de sus características en jugadores de baloncesto en silla de ruedas. De esta manera se podrán desarrollar medidas preventivas adecuadas.

Palabras clave:

Epidemiología. Lesiones Deportivas. Enfermedades. Paratletas. Baloncesto en silla de ruedas.

Key words:

Epidemiology. Athletic injuries. Illnesses. Para-athletes. Wheelchair sports.

Injuries and illnesses during the Wheelchair Basketball South America Championships 2021: an epidemiological study

Summary

Introduction: Several international sports federations have implemented a standardized injury registration system during their championships. However, very few studies have included athletes with disabilities during major competitions, apart from the Paralympic Games. Therefore, the objective of this study is to evaluate the rate and characteristics of illnesses and injuries during the 2021 South America Wheelchair Basketball Championships.

Material and method: The coaching staff of the 11 participating teams (a total of 129 players) were asked to report daily all the health problems that have occurred and their characteristics in a standardized form. Prevalence and incidence rates were calculated.

Results: In this study 108 health problems were reported, equivalent to 83.7 per 100 players [95% CI: 67.9-99.5], with 8 time-loss health problems (6.2 per 100 players [95% CI: 1.9-10.5]) and a total of 74 medical attention injuries (57.4 per 100 players [95% CI: 44.3-70.4]). Were reported 15 diseases, and the most affected organ systems were ophthalmologic, gastrointestinal, and genitourinary. More injuries were recorded during matches (n=43). The most affected regions were shoulder/clavicle (24.7%), hand/fingers (23.7%) and neck/cervical spine (12.9%). The most frequent conditions were muscle contractures/cramps (32.2%), and the predominant mechanism was overuse (53.8%). 2.2% of concussions produced during training were reported. Most of the recorded events were without time loss and with return to full participation between zero and one day.

Conclusion: Monitoring of health problems during competitions is essential to determine sport-specific injury risk factors, and a complex approach should be implemented for the recognition of their characteristics in wheelchair basketball players. In this way, adequate preventive measures can be developed.

Correspondencia: Diego Javier Bogado
E-mail: diego.bogado@unahur.edu.ar

Introducción

El baloncesto en silla de ruedas (BSR) es una adaptación del baloncesto y lo juegan personas con diferentes discapacidades físicas. Actualmente, puede ser una modalidad deportiva de alto rendimiento para personas con discapacidad y sus máximas expresiones competitivas son los Juegos Paralímpicos (POG) y el Campeonato Mundial, que se juegan cada 4 años. Si bien la epidemiología de las lesiones en los deportes olímpicos se ha investigado intensamente^{1,2}, en los deportes paralímpicos no se han examinado con tanto detalle³. Sin embargo, con la creciente popularidad del paradesporte durante las últimas décadas, el número de publicaciones sobre lesiones y enfermedades en esta población de deportistas ha aumentado significativamente⁴.

Dentro de los primeros estudios publicados se halló que los jugadores de baloncesto presentan una de las mayores incidencias de lesiones entre los deportes en silla de ruedas⁵, y durante los POG de 1992 se informó que el 79% de los jugadores de baloncesto británicos sufrieron una lesión⁶. Posteriormente, la vigilancia sistemática de lesiones se implementó durante los POG de verano en 2012⁷ y 2016⁸ donde se inscribe el BSR. Se informó que el BSR tuvo una tasa de incidencia de lesiones de 12,0 lesiones por 1.000 jugador-días [IC 95%: 8,3-16,8] en 2012 y 12,8 lesiones por 1.000 jugador-días [IC 95%: 9,5-17,4] en 2016, y se reportaron más lesiones traumáticas que por sobreuso en el BSR durante los POG 2012⁷. Por otro lado, Hollander *et al.*³ evaluaron la tasa y las características de las lesiones durante el Campeonato Mundial de BSR 2018 (WBWC) e informaron 100 lesiones, equivalente a 75,8 por 100 jugadores [IC 95%: 60,9-90,7] o 68,9 por 1.000 jugador-días [IC 95%: 55,4-82,4]. Además, se informaron 8 lesiones de tiempo perdido (TL) (6,1 lesiones de TL cada 100 jugadores [IC 95%: 1,9-10,3] o 5,5 lesiones de TL cada 1.000 jugador-días [IC 95%: 1,7-9,3] y se produjeron más lesiones durante los partidos (n=68) que durante los entrenamientos.

Dado que el análisis epidemiológico es el primer paso para desarrollar estrategias adecuadas de prevención de lesiones⁹, varias federaciones deportivas internacionales han implementado un sistema estandarizado de registro de lesiones durante sus campeonatos^{2,3}. Sin embargo, muy pocos estudios han investigado a los deportistas con discapacidad durante competiciones importantes, aparte de los Juegos Paralímpicos³. Por tal motivo, el objetivo de este estudio es describir la tasa y características de las lesiones y enfermedades durante el Campeonato Sudamericano de BSR 2021 (CSBSR) desarrollado en Buenos Aires, Argentina.

Material y método

Diseño, entorno y participantes del estudio

Se realizó un estudio prospectivo de seguimiento de enfermedades y lesiones ocurridas durante el CSBSR 2021. La población total comprendió 11 equipos de 7 países diferentes con un total de 129 jugadores (hombres: 7 equipos [n=81]; mujeres: 4 equipos [n=48]). El CSBSR se realizó del 28 de noviembre al 4 de diciembre (femenino) y del 6 al 13 de diciembre (masculino) de 2021 en Buenos Aires, Argentina. Durante los 15 días de campeonato se jugaron 31 partidos, 10 por equipos

femeninos y 21 por equipos masculinos. La exposición total fue de 310 jugador-partidos y 984 jugador-días.

Para el seguimiento de afecciones deportivas durante el CSBSR, se utilizaron como guía la declaración del Comité Olímpico Internacional 2020¹⁰ y su traducción adaptada al Paradesporte⁴. Un "problema de salud deportiva"¹¹ o "afección deportiva" se definió como cualquier manifestación física (enfermedad) o musculoesquelética (lesión) del deportista durante el campeonato, independientemente de si recibe atención médica o de las consecuencias sobre la participación¹². Un referente de cada equipo informó diariamente los detalles de todas las afecciones en un formulario estandarizado de registro de enfermedades y lesiones. El formulario fue una versión adaptada de los utilizados por el Comité Olímpico Internacional (COI), la Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo (IAAF) y la Federación Internacional de Natación (FINA) con categorías predefinidas para ubicación, tipo, causa, orientación diagnóstica, partido/entrenamiento y tiempo estimado de ausencia¹³⁻¹⁵, y con ítems sugeridos para el Paradesporte⁴. La clasificación funcional (1-4.5) de los jugadores está de acuerdo con la disponibilidad motora relevante para el BSR¹⁶. El formulario de registro de afecciones deportivas se completó de manera virtual a través de una plataforma web y estaba disponible en español y portugués.

El estudio fue presentado en formato escrito y audiovisual por correo electrónico y a través de redes sociales a los referentes de cada delegación la semana previa al inicio del CSBSR. Todos los equipos recibieron información sobre el propósito y la logística del estudio.

Durante ambos campeonatos, un miembro del grupo de investigación estuvo presente en el lugar para alentar y ayudar con la participación en cooperación con el comité organizador local. Se mantuvo contacto también con los referentes de cada delegación individualmente en dos turnos por día vía telefónica. Las tasas de respuesta y la calidad de los datos se analizaron diariamente. La duplicación de entradas de datos o los registros con ítems incongruentes informados se resolvió por consenso entre DB y RM. Se garantizó la confidencialidad de toda la información, y no se pudo identificar a ningún deportista o equipo individual. Se utilizó el número de acreditación del deportista para consultar la base de datos del jugador para conocer la edad, el sexo y la nacionalidad del deportista lesionado o enfermo y se desidentificó la base de datos después del Campeonato². Todos los autores siguieron las reglas de la Declaración de Helsinki. El estudio informa de acuerdo con las directrices STROBE para informar estudios observacionales¹⁷.

Cálculo de la tasa de exposición y lesiones

El tamaño de los planteles y la exposición a los partidos de los equipos se determinaron en función de la lista y el calendario disponibles públicamente¹⁸. Todos los equipos tuvieron sesiones de entrenamiento en días con y sin partido antes de la finalización del campeonato. La tasa jugador-partidos se calculó multiplicando el número de jugadores en campo de juego por el número de partidos¹²⁻¹⁴, y la tasa jugador-días de entrenamiento como el número de jugadores por equipo multiplicado por el número de sesiones de entrenamiento¹⁹. La tasa jugador-días se calculó multiplicando el número de jugadores registrados por el número de días del CSBSR²⁰. Las tasas de afecciones se calcularon como

el número de afecciones por 100 jugadores y por 1.000 jugador-días, y se informaron con 95% de intervalo de confianza (IC)³.

Análisis estadístico

Se utilizaron estadísticas descriptivas para presentar los datos. Los resultados se describen como medias con desviación estándar o frecuencias con porcentaje. Las diferencias en la ubicación, el tipo y el mecanismo de la lesión entre los grupos (partido frente a entrenamiento y mujeres frente a hombres) se analizaron mediante pruebas de chi-cuadrado. Se utilizaron niveles de significación de $p < 0,05$ e intervalos de confianza del 95%²¹. Todos los datos se procesaron utilizando Excel (versión 2108, Microsoft Corporation) e InfoStat (versión 12.0).

Resultados

En este estudio participaron 4 equipos femeninos y 7 masculinos con un total de 129 jugadores (edad promedio \pm SD de $32,9 \pm 8,3$) de 7 países diferentes (Tabla 1). Estos 11 equipos jugaron 31 partidos y completaron 62 sesiones de entrenamiento durante un total de 984 jugador-días. El tiempo de exposición, el número y las tasas de afecciones durante el CSBSR se presentan en la Tabla 2. Se reportaron 108 afecciones, equivalentes a 83,7 por 100 jugadores [IC 95%: 67,9-99,5]. Entre estas, 44 afecciones fueron sufridas por jugadoras femeninas (91,7 afecciones por 100 jugadores; [IC 95%: 64,6-118,8]) y 64 por jugadores masculinos (79,0 afecciones por 100 jugadores; [IC 95%: 59,7-98,4]).

Se reportaron 8 afecciones de tiempo perdido (TL) (6,2 afecciones de TL por 100 jugadores; [IC 95%: 1,9-10,5]), 6 en mujeres (12,5 afecciones de TL por 100 jugadores; [IC 95%: 2,5-22,5]) y 2 en hombres (2,5 afecciones de TL por 100 jugadores; [IC 95%: 0,0-5,9]) (Tabla 2).

Tabla 1. Características de todos los jugadores participantes en el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021.

	Todos los jugadores participantes en el CSBSR	Mujeres	Hombres
Número	129	48 (37,2)	81 (62,8)
Edad			
Media (SD)	32,9 (8,3)	31,6 (8,2)	33,7 (8,3)
Rango	16-56	17-50	16-56
	n (%)	n (%)	n (%)
Clasificación deportiva			
1.0	24 (18,6)	10 (20,8)	14 (17,3)
1.5	7 (5,4)	1 (2,1)	6 (7,4)
2.0	17 (13,2)	7 (14,6)	10 (12,3)
2.5	16 (12,4)	6 (12,5)	10 (12,3)
3.0	14 (10,9)	6 (12,5)	8 (9,9)
3.5	10 (7,8)	3 (6,3)	7 (8,6)
4.0	27 (20,9)	9 (18,8)	18 (22,2)
4.5	14 (10,9)	6 (12,5)	8 (9,9)

SD: desvío estándar; CSBSR: Campeonato Sudamericano de Baloncesto en Silla de Ruedas.

Las comparaciones entre las diferentes condiciones y subgrupos se muestran en la Tabla 3. Se observaron diferencias significativas entre las lesiones de partido, actividades peri-competitivas y de entrenamiento con respecto a la ubicación, el tipo, el mecanismo de lesión y el mecanismo asociado con el modo de aparición de la lesión ($\chi^2 = 44,83$, $p = 0,04$; $\chi^2 = 39,44$, $p = 0,02$; $\chi^2 = 8,23$, $p = 0,04$, $\chi^2 = 30,13$, $p = 0,01$, respectivamente; Tabla 3).

Tabla 2. Exposición, número e incidencia de todas las afecciones, afecciones de tiempo perdido y afecciones de atención médica durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021.

Número de	Hombres	Mujeres	Total
Jugadores	81	48	129
Días de campeonato	8	7	15
Jugador-días	648	336	984
Partidos	21	10	31
Jugador-partidos	210	100	310
Entrenamientos	42	20	62
Jugador-días de entrenamiento	486	240	726
Afecciones	64	44	108
Médicas (enfermedades)	7	8	15
Musculoesqueléticas (lesiones)	57	36	93
Lesiones en partidos	27	16	43
Lesiones en entrenamientos	17	12	29
Lesiones en actividades peri-competitivas	4	5	9
Lesiones en otras actividades	9	3	12
Afecciones de TL	2	6	8
Lesiones de TL en actividades peri-competitivas	0	1	1
Lesiones de TL en entrenamientos	1	2	3
Enfermedades de TL	1	3	4

(continúa)

Tabla 2. Exposición, número e incidencia de todas las afecciones, afecciones de tiempo perdido y afecciones de atención médica durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021 (continuación).

Lesiones de AM	41	33	74
Afecciones por 100 jugadores (± IC 95%)	79,0 (59,7-98,4)	91,7 (64,6-118,8)	83,7 (67,9-99,5)
Lesiones en partidos	33,3 (20,8-45,9)	33,3 (17,0-49,7)	33,3 (23,4-43,3)
Lesiones en entrenamientos	21,0 (11,0-31,0)	25,0 (10,9-39,1)	22,5 (14,3-30,7)
Enfermedades	8,6 (2,2-15,0)	16,7 (5,1-28,2)	11,6 (5,7-17,5)
Afecciones de TL por 100 jugadores	2,5 (0,0-5,9)	12,5 (2,5-22,5)	6,2 (1,9-10,5)
Lesiones de TL en partidos	0,0 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-0,0)	0,0 (0,0-0,0)
Lesiones de TL en entrenamientos	1,2 (0,0-3,7)	4,2 (0,0-9,9)	2,3 (0,0-5,0)
Enfermedades de TL	1,2 (0,0-3,7)	6,3 (0,0-13,3)	3,1 (0,1-6,1)
Lesiones de AM por 100 jugadores	50,6 (35,1-66,1)	68,8 (45,3-92,2)	57,4 (44,3-70,4)
Afecciones por 1.000 jugador-días (± IC 95%)	98,8 (74,6-123,0)	131,0 (92,3-169,6)	109,8 (89,1-130,5)
Lesiones por 1.000 jugador-días	88,0 (65,1-110,8)	107,1 (72,1-142,1)	94,5 (75,3-113,7)
Enfermedades por 1.000 jugador-días	10,8 (2,8-18,8)	23,8 (7,3-40,3)	15,2 (7,5-23,0)
Afecciones de TL por 1.000 jugador-días	3,1 (0,0-7,4)	17,9 (3,6-32,1)	8,1 (2,5-13,8)
Lesiones de TL por 1.000 jugador-días	1,5 (0,0-4,6)	8,9 (0,0-19,0)	4,1 (0,1-8,0)
Enfermedades de TL por 1.000 jugador-días	1,5 (0,0-4,6)	8,9 (0,0-19,0)	4,1 (0,1-8,0)
Lesiones de AM por 1.000 jugador-días	63,3 (43,9-82,6)	98,2 (64,7-131,7)	75,2 (58,1-92,3)
Lesiones en entrenamientos por 1.000 jugador-días de entrenamiento	35,0 (18,4-51,6)	50,0 (21,7-78,3)	39,9 (25,4-54,5)
Lesiones de TL en entrenamientos por 1.000 jugador-días de entrenamiento	2,1 (1,1-3,0)	8,3 (3,6-13,0)	4,1 (2,6-5,6)
Lesiones en partidos por partido (± IC 95%)	1,3 (0,8-1,8)	1,6 (0,8-2,4)	1,4 (1,0-1,8)
Lesiones en partidos por 1.000 jugador-partidos	128,6 (80,1-177,1)	160,0 (81,6-238,4)	138,7 (97,2-180,2)
Lesiones en partidos por 100 jugador-partidos	12,9 (8,0-17,7)	16,0 (8,2-23,8)	13,9 (9,7-18,0)
Lesiones en partidos por 1.000 jugador-horas	192,9 (120,1-265,6)	240,0 (122,4-357,6)	208,1 (145,9-270,3)
Lesiones de TL en partidos por partido	0,00 (0,0-0,0)	0,00 (0,0-0,0)	0,00 (0,0-0,0)
Lesiones de TL en partidos por 1.000 jugador-partidos	0,00 (0,0-0,0)	0,00 (0,0-0,0)	0,00 (0,0-0,0)

TL: tiempo perdido; AM: atención médica; IC: intervalo de confianza.

Las lesiones de jugadores femeninos y masculinos difirieron significativamente en el tipo y el mecanismo asociado con el modo de inicio de la lesión ($\chi^2 = 15,87$, $p = 0,04$ y $\chi^2 = 18,5$, $p = 0,002$), pero no en el mecanismo de lesión o la ubicación ($\chi^2 = 1,28$, $p = 0,26$; $\chi^2 = 13,16$, $p = 0,21$; Tabla 3).

Del total de afecciones informadas, se registraron 49 (45,4%) lesiones nuevas y 6 (5,6%) enfermedades nuevas durante los días de Campeonato. La distribución de los tipos de afecciones puede verse en la Figura 1.

En cuanto a la relación con la actividad deportiva¹⁰, se registraron 85 (78,7%) afecciones de relación directa, 15 (13,9%) afecciones con relación indirecta y 8 (7,4%) afecciones sin relación con la actividad deportiva (Figura 2).

Lesiones durante los campeonatos

Durante los partidos ocurrieron 43 lesiones, lo que equivale a una incidencia de 1,4 lesiones por partido [IC 95%: 1,0-1,8] o 138,7 lesiones por partido por 1.000 jugador-partidos [IC 95%: 97,2-180,2] (Tabla 2).

Las localizaciones predominantes por región anatómica de las lesiones fueron hombro/clavícula (23; 24,7%), mano/dedos (22; 23,7%) y cuello/columna cervical (12; 12,9%) (Tabla 3). Los tipos más frecuentes fueron contractura/calambre muscular (30; 32,3%), contusión/hematoma (14; 15,1%) y tendinopatía (13; 14,0%). Las afecciones más frecuentes

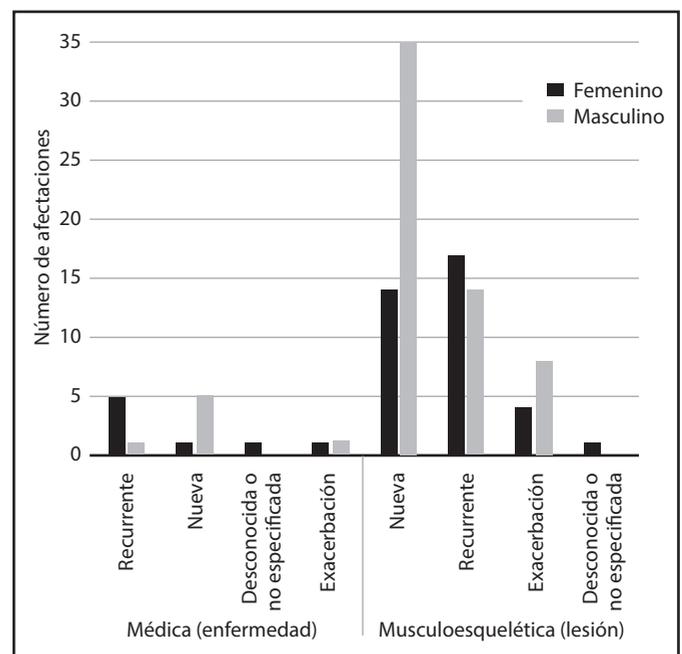
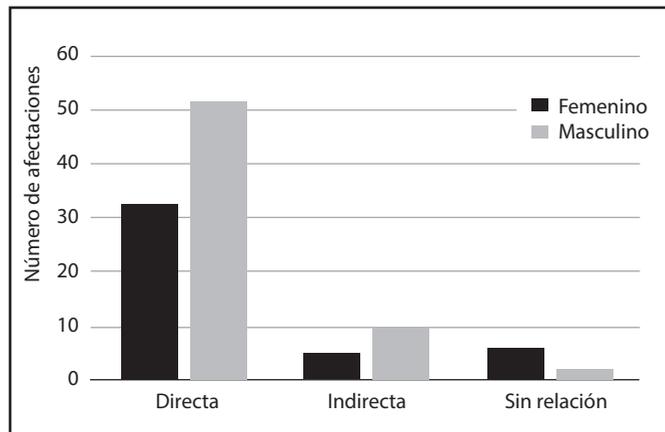
Figura 1. Tipos de afecciones durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021.

Figura 2. Relación de la afección con la actividad deportiva durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021.



fueron la tendinopatía en hombro (n=11), seguidos de contractura muscular en cuello y columna cervical (n=10) y esguince en dedos de la mano (n=9) (Tabla 4). Los mecanismos de lesión predominantes fueron el repetitivo/sobreuso (53,8%) con un modo de aparición gradual (36,6%) y agudo (46,2%) con un modo de aparición repentino/súbito (43,0%) (Tabla 3).

Se reportaron 4 lesiones de TL durante el campeonato o 4,1 lesiones de TL por 1.000 jugador-días [IC 95%: 0,1-8,0], con un máximo de 3 días para el retorno deportivo pleno. Estas fueron la conmoción (con o sin pérdida de conocimiento), contractura/calambre muscular de la zona cuello/columna cervical, esguince de dedos de la mano por contacto directo con la pelota, y contusión en codo por contacto indirecto con otro jugador.

Se informaron 27 lesiones por contacto, con un 29,6% por contacto directo con un objeto en movimiento y 37% por contacto indirecto con otro jugador (Figura 3).

Tabla 3. Características de las lesiones en partidos, actividades peri-competitivas, entrenamientos y otras actividades, y de las enfermedades durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021.

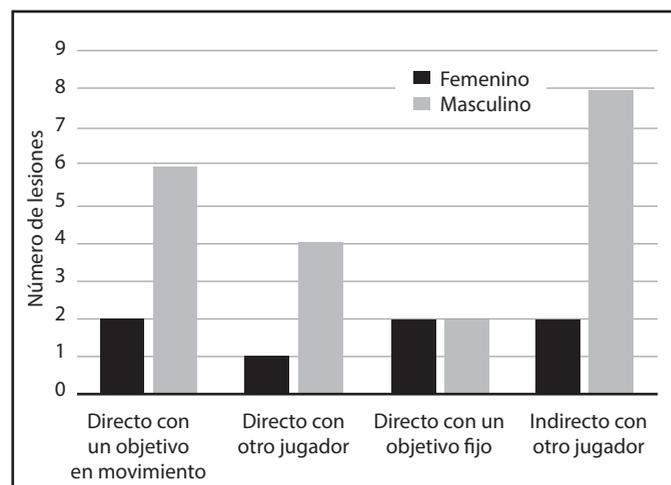
	Partidos n = 43 n (%)	Actividades pericompetitivas n=9 n (%)	Entrenos n = 29 n (%)	Otras actividades n = 12 n (%)	Mujeres n = 36 n (%)	Hombres n = 57 n (%)	Total n = 93 n(%)
Ubicación							
Hombro/ Clavícula	8 (18,6)	1 (11,1)	11 (37,9)	3 (25,0)	9 (25,0)	14 (24,6)	23 (24,7)
Mano/ Dedo	15 (34,9)	1 (11,1)	5 (17,2)	1 (8,3)	6 (16,7)	16 (28,1)	22 (23,7)
Cuello/ Columna cervical	2 (4,7)	4 (44,4)	3 (10,3)	3 (25,0)	7 (19,4)	5 (8,8)	12 (12,9)
Tórax/ Columna dorsal	5 (11,6)	2 (22,2)	1 (3,4)	2 (16,7)	2 (5,6)	8 (14,0)	10 (10,8)
Codo	5 (11,6)	0 (0,0)	1 (3,4)	0 (0,0)	1 (2,8)	5 (8,8)	6 (6,5)
Columna lumbar/Pelvis/Sacro	2 (4,7)	1 (11,1)	2 (6,9)	1 (8,3)	5 (13,9)	1 (1,8)	6 (6,5)
Antebrazo	1 (2,3)	0 (0,0)	3 (10,3)	0 (0,0)	1 (2,8)	3 (5,3)	4 (4,3)
Brazo	3 (7,0)	0 (0,0)	1 (3,4)	0 (0,0)	2 (5,6)	2 (3,5)	4 (4,3)
Rodilla	1 (2,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (16,7)	2 (5,6)	1 (1,8)	3 (3,2)
Cabeza/ Cara	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (6,9)	0 (0,0)	1 (2,8)	1 (1,8)	2 (2,2)
Cadera/ Pubis	1 (2,3)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (1,8)	1 (1,1)
Tipo							
Contractura/ Calambre	7 (16,3)	5 (55,6)	11 (37,9)	7 (58,3)	14 (38,9)	16 (28,1)	30 (32,3)
Contusión/ Hematoma	10 (23,3)	3 (33,3)	0 (0,0)	1 (8,3)	2 (5,6)	12 (21,1)	14 (15,1)
Tendinopatía	5 (11,6)	1 (11,1)	7 (24,1)	0 (0,0)	5 (13,9)	8 (14,0)	13 (14,0)
Dolor	4 (9,3)	0 (0,0)	4 (13,8)	2 (16,7)	8 (22,2)	2 (3,5)	10 (10,8)
Esguince/ Lesión articular o de ligamentos	5 (11,6)	0 (0,0)	4 (13,8)	1 (8,3)	4 (11,1)	6 (10,5)	10 (10,8)
Abrasión/ Laceración	7 (16,3)	0 (0,0)	1 (3,4)	0 (0,0)	1 (2,8)	7 (12,3)	8 (8,6)
Ampolla	3 (7,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,8)	2 (3,5)	3 (3,2)
Bursitis/ Sinovitis	2 (4,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (8,3)	0 (0,0)	3 (5,3)	3 (3,2)
Conmoción (con o sin pérdida de conocimiento)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (6,9)	0 (0,0)	1 (2,8)	1 (1,8)	2 (2,2)
Mecanismo y modo de aparición							
Repetitivo/ Sobreuso	17 (39,5)	6 (66,7)	21 (72,4)	6 (25,0)	22 (61,1)	28 (49,1)	50 (53,8)
Gradual	9 (20,9)	3 (33,3)	17 (58,6)	5 (20,8)	10 (27,8)	24 (42,1)	34 (36,6)
Combinación	4 (9,3)	3 (33,3)	2 (6,9)	0 (0,0)	9 (25,0)	0 (0,0)	9 (9,7)
Repentino/ Súbito	4 (9,3)	0 (0,0)	2 (6,9)	1 (4,2)	3 (8,7)	4 (7,0)	7 (7,5)
Agudo	26 (60,5)	3 (33,3)	8 (27,6)	6 (25,0)	14 (38,9)	29 (50,9)	43 (46,2)
Repentino/ Súbito	25 (58,1)	2 (22,2)	8 (27,6)	5 (20,8)	12 (33,3)	28 (49,1)	40 (43,0)
Gradual	1 (2,3)	1 (11,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (2,8)	1 (1,8)	2 (2,2)
Combinación	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (4,2)	1 (2,8)	0 (0,0)	1 (1,1)
Tiempo perdido (en días)							
0	36 (83,7,6)	6 (66,7)	24 (82,8)	7 (58,3)	25 (69,4)	48 (84,2)	73 (78,5)
1-2	5 (11,6)	2 (22,2)	5 (17,2)	4 (33,3)	7 (19,4)	9 (15,8)	16 (17,2)
3-6	2 (4,7)	1 (11,1)	0 (0,0)	1 (8,3)	4 (11,1)	0 (0,0)	4 (4,3)

(continúa)

Tabla 3. Características de las lesiones en partidos, actividades peri-competitivas, entrenamientos y otras actividades, y de las enfermedades durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021 (continuación).

Número de enfermedades	Mujeres n = 8 n (%)	Hombres n = 7 n (%)	Total n = 15 n (%)
Sistema afectado y problema médico			
Oftalmológico	0 (0,0)	3 (42,9)	3 (20,0)
Conjuntivitis	0 (0,0)	2 (28,6)	2 (13,3)
Desconocido o no especificado	0 (0,0)	1 (14,3)	1 (6,7)
Gastro-intestinal	3 (37,5)	0 (0,0)	3 (20,0)
Diarrea	3 (37,5)	0 (0,0)	3 (20,0)
Urogenital	3 (37,5)	0 (0,0)	3 (20,0)
Vejiga hiperactiva	2 (25,0)	0 (0,0)	2 (13,3)
Infección urinaria	1 (12,5)	0 (0,0)	1 (6,7)
Respiratorio	1 (12,5)	1 (14,3)	2 (13,3)
Disfunción pulmonar	1 (12,5)	0 (0,0)	1 (6,7)
Rinorrea/ congestión	0 (0,0)	1 (14,3)	1 (6,7)
Dermatológico	0 (0,0)	2 (28,6)	2 (13,3)
Úlcera por presión	0 (0,0)	1 (14,3)	1 (6,7)
Abrasión	0 (0,0)	1 (14,3)	1 (6,7)
Dermatológico, Oftalmológico	0 (0,0)	1 (14,3)	1 (6,7)
Orzuelo	0 (0,0)	1 (14,3)	1 (6,7)
Gastro-intestinal, Hematológico	1 (12,5)	0 (0,0)	1 (6,7)
Fatiga/ Síndrome de sobentrenamiento	1 (12,5)	0 (0,0)	1 (6,7)
Tiempo perdido (en días)			
0	4 (50,0)	6 (85,7)	10 (66,7)
1-2	1 (12,5)	1 (14,3)	2 (13,3)
3-4	3 (37,5)	0 (0,0)	3 (20,0)

Figura 3. Tipo de contacto de lesiones durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021.

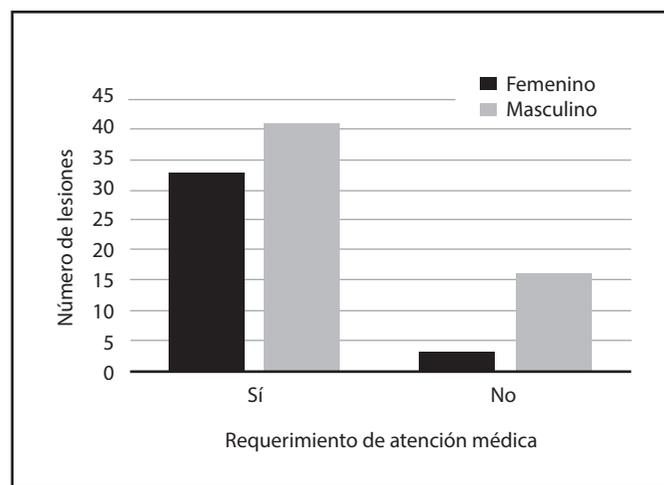


Se reportó un total de 74 (79,6%) lesiones de atención médica (AM) (57,4 lesiones de AM por 100 jugadores [IC 95%: 44,3-70,4] o 75,2 lesiones de AM por 1.000 jugador-días [IC 95%: 58,1-92,3]), y 19 (20,4%) lesiones que no requirieron atención médica (Figura 4).

Enfermedades durante los campeonatos

Durante el Campeonato ocurrieron 15 enfermedades, 8 en jugadoras mujeres y 7 en los hombres. Los sistemas orgánicos más afectados fueron el oftalmológico (n = 3; 20%), el gastrointestinal (n = 3; 20%) y el genitourinario (n = 3; 20%) (Tabla 3).

Figura 4. Lesiones de atención médica durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021.



Se informaron 4 enfermedades de TL durante el campeonato o 4,1 enfermedades de TL por 1.000 jugador-días (IC 95%: 0,1-8,0), con un máximo de 4 días para el retorno deportivo pleno. Estas fueron náuseas/vómito, vejiga hiperactiva, infección urinaria y conjuntivitis.

Al igual que los elementos reportados durante el WBWC 2018³, se proporcionaron datos sobre el número y tasas de afecciones según la clasificación deportiva, y también parece haber diferencias con una distribución de amplio rango sobre la clasificación deportiva. (Tabla 5).

Tabla 4. Parte del cuerpo lesionada y tipos de lesiones durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021.

Parte del cuerpo	Abrasión/ Laceración	Ampolla	Bursitis/ Sinovitis	Conmoción	Contractura/ Calambre	Contusión/ Hematoma	Dolor	Esguince/ Lesión de ligamento	Tendinopatía	Total
Cabeza	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Cuello/ Columna cervical	0	0	0	0	10	0	2	0	0	12
Tórax/ Columna dorsal	0	0	0	0	4	6	0	0	0	10
Columna lumbar/Pelvis/ Sacro	0	0	0	0	3	1	2	0	0	6
Hombro/ Clavícula	0	0	1	0	7	0	4	0	11	23
Brazo	0	0	0	0	3	1	0	0	0	4
Codo	1	0	2	0	0	1	1	0	1	6
Antebrazo	0	0	0	0	3	0	0	0	1	4
Mano/ Dedos	5	3	0	0	0	5	0	9	0	22
Cadera/ Pubis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rodilla	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3
Total	8	3	3	2	30	14	10	10	13	93

Tabla 5. Número de lesiones y tasas de lesiones durante el campeonato sudamericano de baloncesto en silla de ruedas 2021 según la clasificación deportiva.

Clasificación deportiva	Lesiones n = 93 n (%)	Enfermedades n = 15 n (%)	Mujeres n = 44 n (%)	Hombres n = 64 n (%)	Total n = 108 n (%)	Afecciones/ 100 jugadores n = 108 IR (IC del 95%)	Lesiones/1.000 jugador-hs n = 43 IR (IC del 95%)
1.0 (n = 24)	15 (13,9)	2 (1,9)	9 (20,5)	8 (12,5)	17 (15,7)	70,8 (37,2-104,5)	7,6 (1,5-13,6)
1.5 (n = 7)	5 (4,6)	2 (1,9)	1 (2,3)	6 (9,4)	7 (6,5)	100,0 (25,9-174,1)	20,3 (2,5-38,0)
2.0 (n = 17)	13 (12,0)	2 (1,9)	10 (22,7)	5 (7,8)	15 (13,9)	88,2 (43,6-132,9)	9,1 (1,1-17,2)
2.5 (n = 16)	15 (13,9)	1 (0,9)	3 (6,8)	13 (20,3)	16 (14,8)	100,0 (51,0-149,0)	17,1 (5,3-29,0)
3.0 (n = 14)	8 (7,4)	2 (1,9)	2 (4,5)	8 (12,5)	10 (9,3)	71,4 (27,2-115,7)	4,9 (0,0-11,7)
3.5 (n = 10)	5 (4,6)	1 (0,9)	2 (4,5)	4 (6,3)	6 (5,6)	60,0 (12,0-108,0)	2,9 (0,0-8,7)
4.0 (n = 27)	18 (16,7)	4 (3,7)	9 (20,5)	13 (20,3)	22 (20,4)	81,5 (47,4-115,5)	10,2 (3,5-16,9)
4.5 (n = 14)	14 (13,0)	1 (0,9)	8 (18,2)	7 (10,9)	15 (13,9)	107,1 (52,9-161,4)	16,7 (4,3-13,6)

IC del 95%: intervalo de confianza del 95%; IR: tasa de lesiones.

Discusión

Este es el primer estudio epidemiológico prospectivo en BSR durante una competición importante a nivel Sudamericano, y en el que se registraron enfermedades además de las lesiones musculoesqueléticas. La tasa general de afecciones fue de 83,7 lesiones por 100 jugadores o 109,8 lesiones por 1.000 jugador-días. Un poco más de la mitad de las lesiones se informaron debido al sobreuso, con un modo de aparición gradual, y una tercera parte se clasificaron como contracturas musculares, principalmente en cuello y columna cervical. El 47% de las lesiones ocurrieron durante los partidos.

Los mecanismos de lesión fueron diferentes entre los entrenamientos y los partidos, pero no entre jugadores femeninos y masculinos. Las diferencias encontradas cuando el mecanismo de lesión se analizó

aisladamente comparado a cuando se lo analizó asociado al modo de aparición podría explicarse por la reciente implementación de esta última categorización, y que aún puede plantear dificultades de interpretación al momento de realizar el registro. Cabe aclarar que, aunque se ha sostenido que las lesiones peri-competitivas deben incorporarse como lesiones de entrenamiento^{10,12}, este reporte mantuvo su informe por separado ya que se considera que se producen en un entorno distinto a la situación de entrenamiento y de competencia.

Tasas y características de las afecciones

La tasa de lesiones durante el CSBSR fue sustancialmente mayor (94,5 lesiones por 1.000 jugador-días [IC: 75,3-113,7]) que las reportadas durante los POG de 2012⁷ con 12,0 (IC: 8,3-16,8) lesiones por 1.000 jugador-días, y 2016⁸ con 12,8 (IC: 9,5-17,4) lesiones por 1.000

jugador-días, incluso a la tasa de lesiones informada durante el WBWC 2018³ con 68,9 lesiones por 1.000 jugador-días (IC: 55,4-82,4). Estas diferencias podrían radicar en el criterio de definición de problemas de salud deportiva que se tuvo en cuenta en este estudio, ya que esto constituye un término general que incluye, pero no se limita, a lesiones que requieran atención médica¹⁰.

La tasa de lesiones de tiempo perdido (TL) (4,1 lesiones de TL por 1.000 jugador-días) fue menor a la incidencia de lesiones de TL informadas en el WBWC 2018 (5,5 lesiones de TL por 1.000 jugador-días). La tasa de enfermedades de TL también fue de 4,1 enfermedades de TL por 1.000 jugador-días, pero desafortunadamente no fueron informadas durante los POG ni el WBWC. En los jugadores masculinos, el 40% de estas afecciones fueron nuevas y predominaron en el sistema oftalmológico y dermatológico; mientras que en las jugadoras femeninas el 40% de estas afecciones fueron recurrencias y predominaron en el sistema gastrointestinal y genitourinario. En este sentido, se podría destacar la necesidad de realizar también el seguimiento de afecciones médicas por su nivel de impacto sobre la participación deportiva²² durante campeonatos que se realizan en pocos días. De esta manera, los eventos deportivos que cuenten con servicio médico podrán estar mejor preparados para abordar y resolver este tipo de sucesos.

La mayoría de las lesiones ocurrieron especialmente en hombro y en mano/dedos, y en la columna cervical y dorsal. Esto es consistente con otros reportes en deportes sobre silla de ruedas^{6,23} y podría explicarse por la alta demanda de las extremidades superiores en las acciones de juego propias del BSR^{23,24}.

En el presente estudio, el 53,8% de las lesiones se produjeron por sobreuso, datos similares se reportaron durante el WBWC 2018 (52%)³; mientras que durante los POG de 2012, las lesiones agudas han sido más prevalentes (65%)⁷. Se considera que ambos mecanismos de lesión constituyen un gran problema en el BSR y deben abordarse mediante estrategias de prevención.

En contraste con los POG 2016⁸, donde no se informaron conmociones cerebrales, a pesar de varios incidentes informados de golpes en la cabeza²⁵, y con los datos reportados durante el WBWC 2018 donde no se informó ninguna conmoción cerebral³; en este estudio se reportó un 2,2% de conmociones (con o sin pérdida de conocimiento) producidas durante los entrenamientos. Los datos más recientes de los POG, que informan altas tasas de lesiones en la cabeza y cara, demuestran la necesidad de avanzar sobre la identificación de este tipo de afecciones²⁵. Un estudio reciente de Herring *et al.*²⁶ puede brindar indicios sobre esta iniciativa.

Consideraciones metodológicas y limitaciones

Las variaciones en las definiciones y metodologías utilizadas para los estudios previos de lesiones en los deportes paralímpicos causan inconsistencias en los datos reportados, y las comparaciones de resultados son difíciles^{27,28}.

Se ha mencionado que los paradesportistas a menudo no tienen acceso a un médico del equipo, por esta razón, en el presente estudio, se contempló que los datos puedan ser reportados por otro personal de salud o referente del equipo⁴ acompañado por un voluntario capacitado del equipo de investigación. Se considera que la comunicación

diaria vía telefónica con cada delegación y la posibilidad de hacerlo sobre un formulario en línea ha favorecido el cumplimiento diario de los reportes²⁹, pero también se reconoce que podrían presentar informes insuficientes de lesiones y enfermedades. Por lo tanto, es posible que esta población no sea representativa de todos los jugadores de élite de BSR, y podría no ser representativa de todos los jugadores que no son de élite a nivel regional.

En el mismo sentido, el término "atención médica" se refiere a una evaluación de la condición médica de un jugador por un médico calificado¹². En este estudio se registraron las lesiones que requirieron atención médico/fisioterapéutica definida como cualquier prescripción o medida terapéutica indicada, realizada por cualquier persona que esté involucrada en el cuidado de la salud de los deportistas e implemente un plan de acción para mejorar su salud¹⁴.

Por otro lado, para el seguimiento de afecciones recurrentes o exacerbaciones, es necesario contar con un seguimiento de lesiones y enfermedades previo y de indexación similar antes del inicio del campeonato, y que cada cuerpo técnico cuente con experiencia en el registro¹⁰. En el Paradeporte, esto es especialmente relevante ya que los paradesportistas pueden tener una mayor cantidad de afecciones reinicidentes⁴.

Con respecto a los tiempos de exposición, para simplificar su análisis³⁰, los días de entrenamiento y de partido se documentaron a nivel de equipo¹³ y, por lo tanto, las tasas de lesiones en el entrenamiento y en los partidos podrían subestimarse si los jugadores individuales se perdieron una sesión de entrenamiento o no participaron en algún partido. Los equipos femeninos tuvieron que jugar más partidos durante el torneo en comparación con los equipos masculinos, lo que aumentó la exposición a los partidos de las jugadoras femeninas.

Al igual que el estudio durante el WBWC 2018³, el tamaño de la muestra de este estudio no fue lo suficientemente alto como para un análisis en profundidad del efecto de la clasificación deportiva sobre el riesgo de lesiones. Las razones de las diferencias entre las tasas de afecciones en distintos entornos de competencia y los patrones de afecciones entre las diferentes clasificaciones deportivas requieren análisis más detallados²⁹. En el futuro, los estudios en BSR deberían considerar incluir la clasificación deportiva como un factor relevante³¹.

A pesar que los problemas de salud mental en los deportistas son muy relevantes^{32,33}, y que algunos equipos informaron de manera anecdótica ciertas manifestaciones como ansiedad, estrés y desórdenes del sueño, en este estudio dichas afecciones no fueron encuestadas. Futuros estudios podrían incluir aspectos relativos a la salud mental utilizando como guía herramientas de reconocimiento para identificar a los deportistas en riesgo³⁴. Con el mismo criterio, se debería implementar un enfoque más complejo con respecto a la interacción dinámica de factores de riesgo y sus técnicas de reconocimiento para mejorar la predicción y prevención de afecciones como lo proponen Bittencourt *et al.*³⁵.

Conclusión

En el presente estudio se encontró una mayor tasa de lesiones en comparación con las informadas en los POG y el WBWC. Un análisis más

detallado de las características de los problemas de salud reveló un gran número de afecciones sin pérdida de tiempo y con retorno a la plena participación entre cero y un día. La mayoría de las lesiones tuvieron relación directa con la actividad deportiva, principalmente durante los partidos, y se observaron mayormente en el hombro y mano/dedos. Un poco más de la mitad de las lesiones se informaron debido al sobreuso, con un modo de aparición gradual, y una tercera parte se clasificaron como contracturas musculares, especialmente en cuello y columna cervical. Se informaron ocho afecciones de tiempo perdido y no se informaron lesiones graves.

En cuanto a los mecanismos de lesión, fueron diferentes entre los entrenamientos y los partidos, pero no entre jugadores femeninos y masculinos. Dentro de las lesiones agudas, prevalecieron el modo de aparición repentino/ súbito con un tipo de contacto indirecto con otro jugador y por contacto directo con un objeto en movimiento.

Con respecto a las afecciones médicas, en los jugadores masculinos se observaron mayormente afecciones nuevas con predominio en el sistema oftalmológico y dermatológico, mientras que en las jugadoras femeninas estas afecciones fueron recurrencias con predominio en el sistema gastrointestinal y genitourinario. Es necesario destacar la importancia del seguimiento de afecciones médicas por su nivel de impacto sobre la participación deportiva durante campeonatos que se realizan en pocos días. De esta manera, los cuerpos técnicos y eventos deportivos que cuenten con servicio médico podrán estar mejor preparados para abordar y resolver este tipo de sucesos.

Los estudios epidemiológicos son elementos fundamentales para proteger la salud del paradesportista. El seguimiento de afecciones bien diseñado, la captura de datos precisa y su posterior análisis cuidadoso son componentes básicos para los programas de prevención de afecciones deportivas. Se puede lograr mayor precisión en los registros continuando con la implementación de los seguimientos sistematizados de los problemas de salud que manifiestan los paradesportistas a nivel local, e incorporando profesionales capacitados a los cuerpos técnicos.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Federación Argentina de Baloncesto Adaptado, a saber, Omar Pochettino y Ricardo Perdiguero, y a los integrantes del comité organizador local del Campeonato Sudamericano de Baloncesto en Silla de Ruedas 2021 (Mariel Scartascini y Sol Pacheco) por su ayuda durante la planificación y realización de este estudio. También expresar su sincero agradecimiento a todos los fisioterapeutas y referentes de las delegaciones que participaron en la adquisición de datos para este estudio, todos los cuales han contribuido a hacer posible este proyecto.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso JM, Aubry M, Budgett R, et al. Sports injuries and illnesses during the London summer olympic games 2012. *Br J Sports Med.* 2013;47:407–14.

2. Soligard T, Steffen K, Palmer D, Alonso JM, Bahr R, Lopes AD, et al. Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 olympic summer games: a prospective study of 11274 athletes from 207 countries. *Br J Sports Med.* 2017;51:1265–71.
3. Hollander K, Kluge S, Glöer F, Riepenhof H, Zech A, Junge A. Epidemiology of injuries during the wheelchair basketball world championships 2018: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sport.* 2020;30:199–207.
4. Derman W, Badenhorst M, Blauwet C, Emery CA, Fagher K, Lee YH, et al. Para sport translation of the IOC consensus on recording and reporting of data for injury and illness in sport. *Br J Sports Med.* 2021;55:1068–76.
5. Curtis KA, Dillon DA. Survey of wheelchair athletic injuries: common patterns and prevention. *Spinal Cord.* 1985;23:170–5.
6. Reynolds J, Stirk A, Thomas A, Geary F. Paralympics—Barcelona 1992. *Br J Sp Med.* 1994;28:14–7.
7. Willick SE, Webborn N, Emery C, Blauwet CA, Pit-Grosheide P, Stomphorst J, et al. The epidemiology of injuries at the London 2012 paralympic games. *Br J Sports Med.* 2013;47:426–32.
8. Derman W, Runciman P, Schwellnus M, Jordaan E, Blauwet C, Webborn N, et al. High precompetition injury rate dominates the injury profile at the Rio 2016 summer paralympic games: a prospective cohort study of 51 198 athlete days. *Br J Sports Med.* 2018;52:24–31.
9. van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HCG. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sport Med.* 1992;14:82–99.
10. Bahr R, Clarsen B, Derman W, Dvorak J, Emery CA, Finch CF, et al. International olympic committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 including STROBE extension for sport injury and illness surveillance STROBE-SIIS. *Br J Sports Med.* 2020;54:372–89.
11. Clarsen B, Bahr R, Myklebust G, Andersson SH, Docking SI, Drew M, et al. Improved reporting of overuse injuries and health problems in sport: an update of the Oslo sport trauma research center questionnaires. *Br J Sports Med.* 2020;54:390–6.
12. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football soccer injuries. *Br J Sports Med.* 2006;40:193–201.
13. Junge A, Engebretsen L, Alonso JM, Renström P, Mountjoy M, Aubry M, et al. Injury surveillance in multi-sport events: the international olympic committee approach. *Br J Sports Med.* 2008;42:413–21.
14. Mountjoy M, Junge A, Alonso JM, Clarsen B, Pluim BM, Shrier I, et al. Consensus statement on the methodology of injury and illness surveillance in FINA aquatic sports. *Br J Sports Med.* 2016;50:590–6.
15. Edouard P, Junge A, Kiss-Polauf M, Ramirez C, Sousa M, Timpka T, et al. Interrater reliability of the injury reporting of the injury surveillance system used in international athletics championships. *J Sci Med Sport.* 2018;21:894–8.
16. Rocco FM, Saito ET. Epidemiology of sportive injuries in basketball wheelchair players. *Acta Fisiatr.* 2006;13:17–20.
17. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The strengthening of reporting of observational studies in epidemiology STROBE statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol.* 2008;61:344–9.
18. International wheelchair basketball federation (IWBF). 2021 South america championships. (sitio web consultado 19/12/2021). Disponible en: <https://iwbf.org/event/2021-south-american-championships/>
19. Knowles SB, Marshall SW, Guskiewicz KM. Issues in estimating risks and rates in sports injury research. *J Athl Train.* 2006;41:207–15.
20. Schwellnus M, Derman W, Jordaan E, Blauwet CA, Emery C, Pit-Grosheide P, et al. Factors associated with illness in athletes participating in the London 2012 paralympic games: a prospective cohort study involving 49 910 athlete-days. *Br J Sports Med.* 2013;47:433–40.
21. Junge A, Langevoort G, Pipe A, Peytavin A, Wong F, Mountjoy M, et al. Injuries in team sport tournaments during the 2004 olympic games. *Am J Sports Med.* 2006;34:565–76.
22. Derman W, Schwellnus M, Jordaan E. Clinical characteristics of 385 illnesses of athletes with impairment reported on the WEB-ISS system during the London 2012 paralympic games. *PMR.* 2014;6:23–30.
23. Gómez SG, Pérez-Tejero J. Wheelchair basketball: influence of shoulder pain in sport skills. *Rev Psicol del Deport.* 2017;26:45–9.
24. Heyward OW, Vegter RJK, De Groot S, Van Der Woude LHV. Shoulder complaints in wheelchair athletes: a systematic review. *PLoS One.* 2017;12:1–20.
25. Weiler R, Blauwet C, Clarke D, Dalton K, Derman W, Fagher K, et al. Concussion in para sport: the first position statement of the concussion in para sport CIPS group. *Br J Sports Med.* 2021;55:1187–95.
26. Herring S, Kibler W Ben, Putukian M, Solomon GS, Boyajian-O'Neill L, Dec KL, et al. Selected issues in sport-related concussion SRC[mild traumatic brain injury for the team physician: a consensus statement. *Br J Sports Med.* 2021;55:1251–61.

27. Fagher K, Lexell J. Sports-related injuries in athletes with disabilities. *Scand J Med Sci Sport.* 2014;24:320–31.
28. Fagher K, Jacobsson J, Timpka T, Dahlström Ö, Lexell J. The sports-related injuries and illnesses in paralympic sport study SRIPSS: a study protocol for a prospective longitudinal study. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2016;8:1–10.
29. Derman W, Schweltnus M, Jordaan E, Blauwet CA, Emery C, Pit-Grosheide P, et al. Illness and injury in athletes during the competition period at the London 2012 paralympic games: development and implementation of a web-based surveillance system WEB-IISS for team medical staff. *Br J Sports Med.* 2013;47:420–5.
30. Steven Stovitz and Ian Shrier. Injury rates in team sport events: tackling challenges in assessing exposure time. *Br J Sport Med.* 2012;46:960–3.
31. Altmann VC, Groen BE, Hart AL, Vanlandewijck YC, van Limbeek J, Keijsers NLW. The impact of trunk impairment on performance-determining activities in wheelchair rugby. *Scand J Med Sci Sport.* 2017;27:1005–14.
32. Orchard JW, Meeuwisse W, Derman W, Hägglund M, Soligard T, Schweltnus M, et al. Sport medicine diagnostic coding system SMDCS and the orchard sports injury and illness classification system ÖSIICS: revised 2020 consensus versions. *Br J Sports Med.* 2020;54:397–401.
33. Reardon CL, Hainline B, Aron CM, Baron D, Baum AL, Bindra A, et al. Mental health in elite athletes: international olympic committee consensus statement 2019. *Br J Sports Med.* 2019;53:667–99.
34. Goutteborge V, Bindra A, Blauwet C, Campriani N, Currie A, Engebretsen L, et al. International olympic committee IOC sport mental health assessment tool 1 SMHAT-1 and sport mental health recognition tool 1 SMHRT-1: towards better support of athletes' mental health. *Br J Sports Med.* 2021;55:30–7.
35. Bittencourt NFN, Meeuwisse WH, Mendonça LD, Nettel-Aguirre A, Ocarino JM, Fonseca ST. Complex systems approach for sports injuries: moving from risk factor identification to injury pattern recognition - narrative review and new concept. *Br J Sports Med.* 2016;50:1309–14.

Formation of medical information model for rehabilitation of highly qualified athletes

Wei Wang¹, Yan Hao Tu², Elena Kozlova³, Ke Wu Fang⁴

¹Department of Physical Education, Xihua University, China. ²Department of Athletics, Chengdu Sport University, China. ³Department of History and Theory of Olympic Sports, National University of Ukraine on Physical Education and Sport, Ukraine. ⁴Department of Sports Training, Youth Spare-time Sport School, China.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00119

Recibido: 19/07/2022
Aceptado: 20/10/2022

Summary

Introduction: Each development stage of the healthcare system and medicine is associated not only with the emergence of new integrated areas of knowledge, but also with radical changes in the technology of the doctor's work with the patient, algorithms, methods for collecting, processing information, and making decisions. Also, many postulates need revision, activation of existing reserves, certain concepts also require a new interpretation.

Objective: To form a high-quality medical model for the rehabilitation of highly qualified athletes.

Material and method: The paper proposes a model for constructing a quality assessment of rehabilitation of athletes based on probabilistic methods. The novelty of the study underlies the transition from a qualitative to a quantitative assessment of health, which has become a new direction in the assessment and management of health.

Results: The authors present a model of a qualitative increase in the managerial process by the rehabilitation of highly qualified athletes. The paper proves that it is necessary to determine the ability to measure and express the basic properties of any organism in conditionally qualitative proportions – the ability to withstand various stressful effects and adverse environmental influences.

Conclusion: The practical significance of the study is determined by the fact that it is necessary to search for evaluative health criteria, and in the individual's ability to carry out biological and social functions. The perfection of these functions in humans can also be described quantitatively, by reserves of energy, plastic, and regulatory support of functions.

Key words:

Rehabilitation. Athlete. Model. Dynamics. Information.

Formación de modelo de información médica para la rehabilitación de atletas altamente calificados

Resumen

Introducción: Cada etapa de desarrollo del sistema de salud y de la medicina está asociada no solo al surgimiento de nuevas áreas integradas del conocimiento, sino también a cambios radicales en la tecnología del trabajo del médico con el paciente, algoritmos, métodos de recolección, procesamiento de información, y tomando decisiones. Asimismo, muchos postulados necesitan revisión, activación de las reservas existentes, ciertos conceptos también requieren una nueva interpretación.

Objetivo: Formar un modelo médico de alta calidad para la rehabilitación de atletas altamente calificados.

Material y método: El artículo propone un modelo para la construcción de una evaluación de la calidad de la rehabilitación de deportistas basado en métodos probabilísticos. La novedad del estudio subyace en la transición de una evaluación cualitativa a una cuantitativa de la salud, que se ha convertido en una nueva dirección en la evaluación y gestión de la salud.

Resultados: Los autores presentan un modelo de incremento cualitativo en el proceso gerencial por la rehabilitación de atletas altamente calificados. El documento demuestra que es necesario determinar la capacidad de medir y expresar las propiedades básicas de cualquier organismo en proporciones condicionalmente cualitativas: la capacidad de resistir diversos efectos estresantes e influencias ambientales adversas.

Conclusión: La importancia práctica del estudio está determinada por el hecho de que es necesario buscar criterios evaluativos de la salud, y en la capacidad del individuo para realizar funciones biológicas y sociales. La perfección de estas funciones en humanos también se puede describir cuantitativamente, por reservas de energía, plástico y soporte regulador de funciones.

Palabras clave:

Rehabilitación. Atleta. Modelo. Dinámica. Información.

Correspondencia: Yan Hao Tu
E-mail: haotuyan@gmail.com

Introduction

Rehabilitation in medicine is a system of state, socio-economic, psychological, medical, professional, pedagogical measures aimed at restoring a person's health, ability to work, and social status. It is based on biological, socio-economic, psychological, moral, ethical and scientific method foundations¹. The main objectives of rehabilitation are: maximum possible restoration of health; functional recovery (full or compensation in case of insufficiency or lack of recovery); return to everyday life; involvement in the labour process. Rehabilitation is based on the use of biological and social mechanisms of adaptation, compensation, and is conditionally combined into three interrelated types: medical, social, and professional². They are aimed at eliminating the three main consequences of disease: deviation from the norm in morphological status; decreased performance; social maladaptation.

Medical rehabilitation is the main type of rehabilitation treatment of the patient, the effectiveness of which depends on the use of other types of rehabilitation, their duration and scope³. The leading methods of medical rehabilitation are restorative therapy and reconstructive surgery with subsequent prosthetics (if necessary)⁴. Restorative therapy is carried out, first of all, with the help of medical treatment, physical activation (remedial gymnastic, massage, physiotherapy, occupational therapy), psychological methods (group and individual psychotherapy). The ultimate purpose of rehabilitation treatment is the elimination or reduction of the manifestations of the disease, including prevention of its complications⁵.

Medical rehabilitation aims to restore the physical, psychological, and social status of a person after serious illnesses, injuries, complex surgical interventions so as to avoid disability or have the least degree of disability, to ensure integration into society with the achievement of maximum possible social and economic independence⁶. In the rehabilitation of patients, priority is given to medical rehabilitation. Experts, educators, psychologists, sociologists, lawyers, representatives of social welfare agencies, trade unions, and enterprises actively take part in this process together with medical workers⁷. There is much concern about training of rehabilitation specialists, rehabilitation therapists, and paramedical workers who have the scientific foundations and practical skills of complex rehabilitation treatment: methods of physiotherapy, massage, remedial gymnastic, mechanotherapy, occupational therapy, and other rehabilitation means⁸. Their importance especially increases during the modern pharmacological boom⁹.

The means used in medical rehabilitation are diverse and unequal at various stages of rehabilitation. Rehabilitation most often begins with active treatment, where pathogenetic drug therapy or surgical treatment is predominant, aimed at eliminating or reducing the activity of the pathological process¹⁰. It is gradually being replaced by supportive pharmacotherapy and various non-drug therapies¹¹. The role of non-drug rehabilitation means gradually increases in the subsequent stages of rehabilitation and is appointed with the aim of accelerating recovery, achieving long-term remission, recovery of disability, preventing disability, returning the patient to society¹².

The most common non-pharmacological means of medical rehabilitation are: protective regime; medical nutrition; physical rehabilitation:

physiotherapy, natural physical factors, cold water treatment; physical therapy, massage, mechanotherapy, traction therapy, manual therapy, occupational therapy; reflexology, phytotherapy, aromatherapy; psychotherapy: general and special psychotherapy, psychotherapeutic measures, bioethics, music therapy, vocal therapy, dance therapy; disease prevention, health education, healthy lifestyle¹³.

The purpose of the presented article is to form a high-quality medical model for the rehabilitation of highly qualified athletes. The study was conducted according to the classical scheme of evidence-based medicine, multicenter, randomized, controlled trials were organized, and experiments were conducted.

Literature review

A living organism is a multi-level, self-regulating system with a dynamic control hierarchy. The reaction of the body in the process of interaction with environmental factors proceeds in different ways: depending on the strength, duration of exposure and the adaptive capacity of the body¹⁴. Adaptation of the body to the effects of inadequate environmental factors occurs through the mobilization and expenditure of functional reserves. Assessment of the adaptive capabilities of the body is considered as one of the important criteria of health. The stock of functional reserves is information, energy and metabolic resources, the costs of which are accompanied by constant recovery¹⁵.

Adaptation as one of the fundamental properties of living matter is the result and means of resolving internal and external contradictions, it exists and is formed on the verge of life and death, health and disease due to their collision and adoption of the transition. Adaptation costs depend on the body's reserve capacity¹⁶. The cost that goes beyond the biosocial budget, requires new efforts from the body, leading to the breakdown of the adaptation mechanism¹⁷. This is not only biological, but also social in nature and is sometimes achieved at the cost of certain injuries, a certain disharmony as against the norm¹⁸.

The problem of assessing the level of health is primarily associated with the development of methods for prenosological diagnostics¹⁹. The decrease in the adaptive capacity of the body is an almost unfavourable sign and one of the leading causes of the onset and development of diseases²⁰. This condition occurs gradually, long before the first signs of the disease are detected, and is difficult to diagnose²¹. Medicine is not able to predict and prevent diseases, but only passively expects a healthy person to become a patient²². The main task of the health problem is its prognostic direction – the need to predict an individual trajectory of movement from health to disease, which, in accordance with the health criteria of highly qualified athletes, relates to strategic ones²³. There are various opinions regarding the application of preventive rehabilitation. It necessitates early diagnosis of health deviations and the use of means to prevent and eliminate them.

Material and method

The research methodology was based on the analysis, systematization, identification of general patterns and factors influencing physical rehabilitation, the development of additional diagnostic methods, monitoring and evaluation of the effectiveness of rehabilitation mea-

tures. When conducting research, the requirements of the experiment were adhered. To register studies, a special map was created, which was characterized by uniformity and maximum preparedness for subsequent computer processing. The registration cards presented research areas, analysed indicators and data processing methods.

Creation of the information system involved over 1,680 blood pressure measurements, followed by recording and analysis of waveforms. The experiment was attended by 566 people (235 men and 331 women) who were practically healthy and with health deviations. Patients were examined using a clinical, instrumental, laboratory, or special examination. Homogeneous material was selected for the analysis. To form the control and main groups, a table of random numbers was used for each group of patients.

To assess the state of adaptive reserves of the body, we used the determination of the level indicator of regulation of individual mechanisms with correlation; we used methods of correlation and cluster analysis. The quantitative component of the experimental part of the study is presented in Table 1.

For the preparation of information technologies to assess the state of the cardiovascular system by peripheral blood circulation, about 1,600 measurements of blood pressure were carried out, followed by recording and analysis of oscillograms. The experiment involved 566

people (235 men and 331 women) aged 11 to 75 years, almost healthy and with deviations in health status. Upon research, the requirements of the experiment were adhered to. Oscillograms were recorded:

- at rest: 446 people aged 18-75,
- before and after physical load (Ruthier test 75 people, physical exercises according to the Qigong method – 46 people),
- before and after exposure to thermal factors (dry and wet baths – 42 people, "winter swimming" – 25 people),
- before and after psychological audiovisual influences – 31 people,
- before and after the massage procedure (manual – 47 people, Nuga Best – 19 people, Reiki session – 65 people).

The oscillograms were subjected to morphological, temporal, spectral analysis according to the methods introduced for the analysis of electrocardiograms. A cluster analysis of the obtained indicators is carried out. Norm indicators were selected based on the analysis of oscillograms of 127 healthy individuals.

To prepare the information system for the physical rehabilitation process, literary sources were studied and our personal practical experience in organizing and conducting physical rehabilitation were generalized. Algorithmic modelling of the general process of prescribing and conducting remedial gymnastic and massage was carried out, along with their use in some of the most socially significant diseases (myo-

Table 1. The quantitative component of the experimental part of the study.

Research area	Research objectives	Research methods
The rationale for the analysis of arterial oscillograms	To study the reaction of the cardiovascular system to compression of the vessels of the shoulder at rest and under the influence of physical, thermal, audio-visual factors	Methods of morphological, temporal, spectral, fractal analysis of oscillograms
Analysis of the adaptive response of the cardiovascular system to the load	To develop an information technology for constructing and evaluating correlation portraits of CVS indices in healthy people and in some pathological conditions at rest and after various influences	Methods of correlation and cluster analysis
The state of the cardiovascular system	Comparative analysis of synchronously recorded electrocardiograms and arterial oscillogram	Methods of time, spectral, fractal analysis
Analysis of the impact of differential massage	To investigate the degree of the target control procedure	Methods of time, spectral, autocorrelation analysis of an electrocardiogram and arterial oscillogram
The effectiveness of remedial gymnastic algorithm	To study the effectiveness of the algorithm of remedial gymnastic in patients who suffered a violation of blood supply in the middle cerebral artery basin (stationary stage of treatment)	Methods of time, spectral, correlation analysis of an electrocardiogram and arterial oscillogram
Informational content of clinical indicators	Assessment of the information content of the Kerdo index in determining the level of autonomic regulation disorders in patients with osteochondrosis of the cervical spine	Statistical and experimental research methods
The information content of the Ruthier test	The information content of the Ruthier test in assessing the physical condition	Oscillography methods and statistical research methods
Informational content of clinical indicators	To study the informativeness of the indicators of fractal dimension of the ECG to assess the effects of massage	Fractal analysis method
Justification for the use of multimedia tools in rehabilitation	System-analytical justification for the use of a multimedia environment for the prevention and rehabilitation of various diseases	T. Saati hierarchy analysis method
Optimality assessment in the branching of microvascular nodes	To assess the optimality in the branches of microvascular nodes, which is compared with the data of studies of literary sources	Mathematical modelling methods

cardial infarction, cerebrovascular accident, neurological syndromes of cervical spine osteochondrosis, osteoporosis).

The existing information technology were applied. Electrocardiogram was analysed with the following purposes:

- to determine the impact of rehabilitation on the physical condition of individual athletes after unsuccessful medical treatment;
- to investigate the informative value of the fractal portrait of patients with neurological syndromes of cervical spine osteochondrosis.

The information content of the Kerdo index for patients with neurological manifestations of cervical spine osteochondrosis was analysed (based on literature and analysis of the results of scientific studies of other authors). The fractal dimension of rheoencephalograms was analysed (based on literature and analysis of the results of scientific studies of other authors). To this end, a correlation approach was developed to justify the optimal branching patterns of microvascular nodes and an expert diagnostics system was applied to analyse the patient's condition and choose a set of treatment methods using the approaches of traditional Chinese medicine.

The result of research was the creation of information systems in medical (physical) rehabilitation, a software environment for data analysis; diagnostic and treatment information system in the Wuxing health improvement system; psychomodulating multimedia environment. The instrumental examination method involved a typical electrocardiograph with an additional program to study the effect of differential massage on the state of the autonomic nervous system, and to assess the information content of the Kerdo index and evaluate the information content of fractal dimension values. The study of changes in the state of the cardiovascular system at large and peripheral vessels in particular under the influence of various factors was carried out with the use of an electronic blood pressure meter that can record cuff pressure values during the compression growth period and export the obtained values for further analysis of the arterial oscillogram. The results of laboratory research methods were applied to assess the objectivity of the Kerdo index in patients with cervical spine osteochondrosis (containing adrenaline and noradrenaline in daily urine and acetylcholinesterase activity in capillary blood).

Results and discussion

To analyse the biosignals in the frequency spectrum, methods of fast Fourier transformation (FFT) were used. The discrete Fourier transformation for a vector x consisting of N elements has the form:

$$\vec{X} = \hat{A}x,$$

the \hat{A} matrix elements have the form:

$$a_N^{mn} = \exp\left(-2\pi i \frac{mn}{N}\right).$$

If N is paired, then FFT can be rewritten as follows:

$$X_m = \sum_{n=0}^{N-1} x_n a_N^{mn} = \sum_{n=0}^{N/2-1} x_{2n} a_N^{2nm} + \sum_{n=0}^{N/2-1} x_{2n+1} a_N^{(2n+1)m}.$$

Coefficients a_N^{mn} and $a_N^{(2n+1)m}$ can be rewritten as follows:

$$M = N/2: a_N^{mn} = \exp\left(-2\pi i \frac{mn}{N}\right) = \exp\left(-2\pi i \frac{mn}{N/2}\right) = a_M^{mn},$$

$$a_N^{(2n+1)m} = \exp\left(-2\pi i \frac{m}{N}\right) a_M^{nm}.$$

As the result, we shall get:

$$X_m = \sum_{n=0}^{M-1} x_{2n} a_M^{nm} + \exp\left(-2\pi i \frac{m}{N}\right) \sum_{n=0}^{M-1} x_{2n+1} a_N^{nm}.$$

That is, the discrete Fourier transformation of a vector consisting of N samples are reduced to a linear composition of two FFTs of $N/2$ samples, and if N^2 operations are required for the initial task, then for the resulting composition - $N^2/2$. If M is a power of two, then this separation can be recursively continued until we reach the two-point Fourier transformation, which is calculated according to the following formulas:

$$X_0 = x_0 + x_1 X_1 = x_0 - x_1.$$

To study the local indicators of the frequency and phase in the spectrum of biosignals, we used the Hilbert-Huang transformations (HHT), understood as the method of empirical mode decomposition (EMD) for nonlinear and non-stationary processes and Hilbert spectral analysis (HAS). HHT is a time-frequency data analysis and does not require an a priori functional transformation basis. Instantaneous frequencies (Ifs) are calculated from the derivatives of the Hilbert phase functions by transforming the basic functions.

The next step of the Hilbert-Huang transformation is the Hilbert transformation. Conversion for each IMF allows to obtain the value of the instantaneous frequency and amplitude for each point in time. We shall describe the application of the Hilbert transformation in more detail. It is applied to every IMF $c_j(t)$ to get $H[c_j(t)]$:

$$H[c_j(t)] = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{c_j(\tau)}{t-\tau} d\tau,$$

and we can build an analytical signal $Z_j(t)$

$$Z_j(t) = c_j(t) + iH[c_j(t)] = a_j(t) \exp(i\theta_j(t)).$$

This is how the amplitude function $a_j(t)$ and the phase function $\theta_j(t)$ change in time:

$$\alpha_j(t) = \sqrt{c_j^2(t) + H^2[c_j(t)]},$$

$$\theta_j(t) = \arctan \frac{H[c_j(t)]}{c_j(t)}.$$

The instantaneous value of the frequency of a non-stationary signal can be calculated as follows:

$$\omega_j(t) = \frac{d\theta_j(t)}{dt}.$$

The spectral methods for the analysis of arterial oscillograms are used directly for the values of the pressure change in the cuff upon shoulder compression, without the pressure component that the compressor creates in the cuff. For a curve that reflects the mechanical activity of the arterial wall upon shoulder compression, a visual analysis is applied for quantitative characteristics, localization, and the presence of small fluctuations. Also, these methods are applied for electrocardiograms, pulsograms, and rheograms, the signal itself and the intervalograms between various extrema. In the above-described

biosignals and intervals calculated from them, the methods of spectral analysis are applied in the following aspects:

- The fast Fourier transformation of the oscillogram is used to estimate the spectrum power according to the spectral analysis criteria adopted in the ECG in the range from 0 to 0.4 Hz (HF: 0.15-0.40 Hz; LF: 0.04-0.15 Hz; k = LF/HF; VLF: 0.003-0.04 Hz; Total <0.40 Hz; <0.003 Hz) and in the following ranges: Delta – 0-4 Hz, Theta – 4-8 Hz, Alpha – 8-13 Hz, Beta – 13-25 Hz, 25 Hz and more. For analysis, the arterial oscillogram itself is used, and not the intervals between the waves, as in the spectral analysis of the ECG.
- Application of the Hilbert-Huang (S-Hil) method to analyse the oscillogram in order to estimate the local frequency by determining the areas (Delta (S-Hil-Delta) 0-4 Hz, Theta (S-Hil-Theta) 4-8 Hz, Alpha (S-Hil-Alpha) 8-13 Hz, Beta (S-Hil-Beta) 13-25 Hz, (S-Hil-25-60Hz) 25-60 Hz, (S-Hil-60 Hz) 60 Hz or more). The same frequency intervals were used to calculate the area of the instantaneous phase.

In the arterial oscillogram, depending on the degree of compression, five of its parts are distinguished (until the diastolic pressure is reached, from the moment of appearance of diastolic pressure – up to 70% of the amplitude, from 70% to 100% of the amplitude, from 100% to the appearance of systolic pressure, from the appearance of systolic pressure until the end of measurement).

Spectral analysis is applied to the arterial oscillogram itself, and not to the intervals between the waves, as it is upon the spectral analysis of the ECG. The use of fast Fourier transformation of the oscillogram for assessing the spectrum power according to the criteria of the CVS functional state assessment method by the heart rhythm registered in the ECG in the range from 0 to 0.4 Hz and in the following ranges: Delta 0-4 Hz, Theta 4-8 Hz, Alpha 8-13 Hz, Beta 13-25 Hz, 25 Hz or more.

The Hilbert-Huang method was used to analyse the oscillogram for estimating the instantaneous frequency by determining the areas (Delta 0-4 Hz, Theta 4-8 Hz, Alpha 8-13 Hz, Beta 13-25 Hz, 25-60 Hz, 60 Hz and more). The instantaneous phase is also calculated in the above time intervals of the arterial oscillogram in frequency intervals up to 15 Hz and more than 15 Hz.

Fractal analysis was used to create a fractal portrait of the subject based on an analysis of the modulation levels of the recorded biosignal and intervalogram. A fractal provides an opportunity to study and evaluate the degree of harmonization of biorhythms of the entire organism and individual organs and systems that have an effect on the systems, organs or tissues under study. The use of fractal analysis methods allows to identify functional and pathological changes, assess the immune status, energy resources, level of psychoemotional and physical activity, the prognosis of changes in the patient's health status for the next day and a relatively long period (up to 10 days). Research in the mode of dynamic observation allow to monitor the functional state of the patient and evaluate the effectiveness of various methods of therapy in application of therapeutic and preventive measures.

To determine the fractal dimension, the Hurst exponent was calculated as follows:

$$\frac{R}{S} = (\alpha N)^H,$$

from which

$$H = \frac{\log(R/S)}{\log(\alpha N)},$$

where H is the Hurst indicator; S root mean square deviation of a series of observations; R is the size of an accumulated deviation; N is the number of observation periods; α constant of correlation and cluster analysis of oscillograms and assessment of the state of the cardiovascular system and peripheral vessels.

The method for determining the level of interaction of regulatory mechanisms and the correlation portrait (for marking loads and pathological processes) was based on methods of linear correlation and cluster analysis (k-means method). In probability theory and mathematical statistics, correlation is the dependence of two random values. With that, a change in one or several of these values leads to a systematic change in one or several other values. The correlation coefficient is a mathematical measure of the correlation of two random values.

The correlation can be positive and negative (a situation of the absence of a statistical relationship is also possible – for example, for independent random values). Negative correlation is a correlation where an increase in one value is associated with a decrease in another, while the correlation coefficient is negative. A positive correlation is a correlation where an increase in one value is associated with an increase in another, while the correlation coefficient is positive. We shall consider the algorithm for determining the correlation coefficient. If X, Y are random values with mathematical expectation μ_X and μ_Y . Their correlation coefficient is designated $\rho(X, Y)$ and equates to:

$$\rho(X, Y) = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E((X - \mu_X)(Y - \mu_Y))}{\sigma_X \sigma_Y},$$

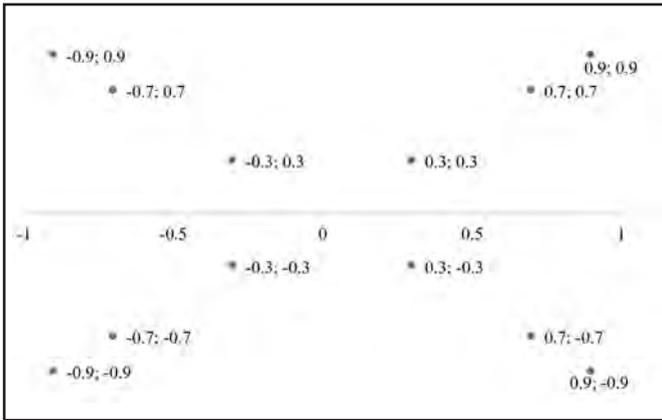
where $\text{Cov}(X, Y)$ is a covariation of X, Y values, σ_X, σ_Y is a standard deviation of X, Y values, E is a mathematical expectation operator.

Cluster analysis is the task of splitting a given sample of objects (situations) into subsets called clusters, so that each cluster consists of similar objects, and objects of different clusters differ significantly. Formal definition of clustering. Let X be the set of objects, Y – the set of numbers (names, marks) of clusters. The distance function between objects $\rho(x, x')$ is set. There is a finite selection of objects $X^m = \{x_1, \dots, x_m\}$. It is necessary to break the sample into extraordinary subsets called clusters, so that each cluster consists of objects similar in matrix ρ , and the objects of different clusters are significantly different. With that, the cluster number y_i is assigned to each object $x_i \in X^m$.

The clustering algorithm is a function $a: X \rightarrow Y$, which associates a cluster number $y \in Y$ with any object $x \in X$. The set Y in some cases is known in advance, but more often the task is to determine the optimal number of clusters from the standpoint of a certain clustering quality criterion. The selected correlation values were subjected to cluster analysis (k-means method), where the calculated correlation values were grouped separately within one experiment and between all indicators before and after the experiment in 12 clusters with the following centroid coordinates (Figure 1).

Data analysis was carried out for grouped data, by type of experiment, or its stage, between persons without complaints on health status and persons who had various diseases. The proposed algorithm was used to determine the level of interaction of regulatory mechanisms and a correlation portrait for marking loads and pathological processes for analysing the adaptation mechanisms of patient groups. In turn, clustered correlates, which were in the range from 0.85 to 1 and

Figure 1. Centroid forms of correlation values.



-0.85 to -1 (significant), were sorted by the following criteria – components of the correlation portrait:

- In the experiments that were carried out, the values of correlations in the cluster did not go beyond the limits of one cluster and were not sensitive to acting factors.
- In the experiment, the cluster values were unique (specific) up to a certain factor from the entire list of experiments.
- In the study of certain types of effect, the general and unique correlates were studied at various stages of research.
- The number of significant correlates before and after the experiment.
- The number of direct and inverse correlates.
- Comparison of the correlation portrait of an individual measurement grouped by certain attributes (weighting factors).
- The study of general correlates for experiments.

To identify the mechanisms involved in the adaptation process in a single study, the following algorithm was used. To evaluate and identify a single recorded biosignal, the following algorithms were implemented in the program "biosignal analysis":

- Evaluation of mechanisms and the strength of interrelations upon adaptation (correlation and cluster analysis) in a single analysis in the middle of the signal.
- Between synchronously (conditionally synchronously) registered signals of the same nature (ECG, pulsograms, rheograms, etc.).
- Between synchronously (conditionally synchronously) registered signals of various nature (ECG, pulsograms, rheograms, etc.).

Mathematical models (to study the effect of differential massage on a patient, a massage therapist, and upon constructing an algorithm for a massage procedure and its dosage). Mathematical modelling is a method of researching processes or phenomena by creating their mathematical models and researching these models. To build a mathematical model of differential massage, we used a system of linear differential equations. A differential equation is an equation connecting the independent variable X , the unknown function y and the derivatives of the unknown function $y', y'', y^{(n)}$. The general form of the differential equation is

$$F(x, y, y', Y, y^{(n)}) = 0.$$

The solution of the differential equation is the function $Y = y(x)$, which, when substituted into the equation, turns it into an identical equation.

Pontryagin's maximum principle (PMP) for solving problems with phase constraints to optimize the process of bone tissue reconstruction. A correlation expressing the necessary conditions for a strong extremum for the nonclassical variational problem of optimal control of a mathematical theory was formulated in 1956 by L. S. Pontryagin. The accepted assertion of PMP relates to the following optimal control problem. A system of ordinary differential equations

$$\dot{x} = f(x, u),$$

is given where $x \in R^n$ is a phase vector, $u \in R^p$ is a control parameter, f is a vector function, continuous in the aggregate of variables and continuously differentiable in x .

In the space, the set of admissible values U of the control parameter u is given; in phase space points x_0 and x_1 are given; fixed initial moment of time t_0 . Let us assume that control is carried out by any continuous function $u(t), t_0 \leq t \leq t_1$, with values in the set U . It is said that an admissible control $u = u(t)$ transfers the phase point from position x^0 to position x^1 ($x^0 \rightarrow x^1$). Among all admissible controls that transfer the phase point from position x^0 to position x^1 , we need to find the optimal control – the function $u^*(t)$, minimizing the functional:

$$j = \int_{t_0}^{t_1} f^0(x(t), u(t)) dt.$$

here $f^0(x, u)$ is a given function in the same class as the components $f^0(x, i)$, $x(t)$ is the solution of system¹ with the initial condition $x(t_0) = x^0$, which corresponds to the control $u(t), t_1$ – the time of passage of this solution through the point x_1 .

By solving the problem, we mean a pair consisting of the optimal control $u^*(t)$ and the corresponding optimal trajectory $x^*(t)$. It follows from the above system, that

$$H(\psi, x, u) = (\psi, f(x, u)),$$

scalar (Hamiltonian) function of variables ψ, x, u

$$\psi = (\psi_0, \psi^1) \in R^{n+1}, \psi_0 \in R^1, \psi^1 \in R^n, = (f^0, f).$$

Functions $H(\psi, x, u)$ are assigned to the canonical (Hamiltonian) system (relative to ψ , x)

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \psi}, \frac{d\psi}{dt} = - \frac{\partial H}{\partial x}.$$

The first of these equations is a system. Let

$$M(\psi, x) = \sup\{u \in U\}.$$

Pontryagin's maximum principle: if $uu^*(t), x^*(t)$ ($t \in [t_0, t_1]$) is a solution of the optimal control problem, ($x^0 \rightarrow x^1, u \in U$), then there exists such a nonzero absolutely continuous function $y(t)$, while the triple of functions $y(t), x^*(t), u^*(t)$, satisfies the system on $[t_0, t_1]$ and for almost all the maximum condition is performed.

$$H(\psi(t), x^*(t), u^*(t)) = M(\psi(t), x^*(t)),$$

and at the final moment t_1 , the conditions

$$M(\psi(t_1), x^*(t_1)) = 0, \psi_0(t_1) \leq 0$$

If the functions $y(t), x(t), u(t)$ satisfy the correlations, (that is, $x(t), u(t)$), form an extremum of S.M. Pontryagin, then the condition

$$M(t) = M(\psi(t), x(t)) \equiv const; \psi_0(t_1) \equiv const.$$

This statement implies the maximum principle for the performance problem $f^0 = 1, j = t_1 - t_0$, this statement can be naturally generalized to non-autonomous systems, problems with moving ends of trajectories, and problems with a restriction on phase coordinates (condition $x(t) \in X$, where X is a closed set of phase space R^n , satisfying some additional restrictions).

Saati hierarchy analysis method (to justify the use of a psycho-moderating multimedia environment for the prevention and rehabilitation of various diseases). The hierarchy analysis method contains a procedure for synthesizing priorities calculated on the basis of subjective judgments of experts (in our work, in connection with the need to construct a complex multi-criteria problem that requires judgments from different areas of knowledge, judgments from different branches were involved, with a weighted assessment of judgments from directly professional branch, related, and remote field of expertise). The number of opinions can be measured in dozens or even hundreds. Mathematical calculations for tasks of small dimension can be performed manually or using a calculator, however it is much more convenient to use software for entering and processing judgments. The procedure for applying the hierarchy analysis method:

The construction of a qualitative model of the problem in the form of a hierarchy that includes a purpose, alternative options for achieving the goal and criteria for assessing the quality of alternatives:

- prioritization of all elements of the hierarchy using the method of pairwise comparisons;
- synthesis of global priorities of alternatives by linearly convolving the priorities of elements in the hierarchy;
- verification of judgments for consistency;
- making decisions based on the results.

Methods of variational and alternative statistics (methods for testing statistical hypotheses were used to analyse changes in the indicators of an experimental study). The experiments were carried out by comparing the measured parameters before and after the experiment. The number of participants in one type of experiment ranged from 10 to 96, the number of experiments is 23.

The choice of the law of distribution. To determine the type of distribution law according to statistical data, a histogram is built. Histogram is a graph of statistical density of a random value in the form of a stepped polygon. It is constructed as follows: on the abscissa axis, the intervals χ_i are plotted. A rectangle with an ordinate is constructed on each of them, which is equal to the value of the studied quantity x .

By combining the ordinates of the centres of the intervals χ_i , we obtain the polygon of the corresponding indicator (statistical density curve). Comparing these curves in appearance with the corresponding theoretical curves, factoring in the nature of the occurrence of failures, the hypothesis on this law of probability distribution is accepted.

The validity of the selected theoretical law (the consistency of the experimental and theoretical curves) is verified according to the matching criteria, of which the most common are Kolmogorov's and Pearson's χ^2 criteria. Kolmogorov's criteria are used when the distribution parameters are known prior to the experiment and after the experiment it is necessary to verify the consistency of the theoretical and experimental distributions. Pearson's χ^2 criterion is used when the distribution parameters are unknown. The algorithm for using χ^2 in assessing the consistency of theoretical and statistical distributions taking into account the statistical values of the frequencies χ^2 (Table 2) provides for:

Definition of discrepancy:

$$\chi^2 = m \sum_{i=1}^k \frac{(v_i^* - v_i)^2}{v_i}$$

where χ_i is a theoretical frequency; χ_i^* is a statistical frequency of a random variable in i th interval; k is the number of intervals into which the observation time is divided; m is the sample size.

Finding the number of degrees of freedom:

$$r = k - (s + 1),$$

where s is the number of parameters of theoretical distribution.

The theoretical frequency and the number of degrees of freedom depend on the type of theoretical distribution law (Table 2). A decision was made on the consistency of experimental and theoretical distribution laws.

The calculated value of χ^2 is compared with the tabular value (Critical values of the statistics of χ^2 criterion), which correspond to the selected confidence probability $\chi = (0,9; 0,95; 0,99)$. If the tabular values are greater than the calculated ones, then the hypothesis of the correctness of the selected distribution law is accepted, otherwise they are rejected. Statistical hypotheses are hypotheses related to the type or individual distribution parameters of a random variable.

We shall describe the terminology used in this case. Let $f(X, \theta)$ be the distribution law of a random variable X with a certain parameter θ . Then:

- H_0 (null hypothesis) - $\theta = \theta_0$,
- H_1 (alternative or competing hypothesis) - $\theta = \theta_1$.

Table 2. The number of degrees of freedom and theoretical frequency when calculating the χ^2 criterion.

Theoretical distribution law	Number of degrees of freedom	Theoretical frequency
Normal law: $f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} \exp[-(x - \bar{x})^2 / (2\sigma_x^2)]$	$r = k - 3$	$v_i = \Phi\left(\frac{x_i - \bar{x}}{\sigma_x}\right) - \Phi\left(\frac{x_{i+1} - \bar{x}}{\sigma_x}\right)$
Exponential law: $f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$	$r = k - 2$	$v_i = e^{-\lambda x_i} - e^{-\lambda x_{i+1}}$
Weibull's Law: $f(x) = \frac{\beta}{z_x} x^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x}{z_x}\right)^\beta}$	$r = k - 3$	$v_i = e^{-\left(\frac{x_i}{z_x}\right)^\beta} - e^{-\left(\frac{x_{i+1}}{z_x}\right)^\beta}$

Φ - Laplace's function; χ_i - initial value of a random variable in the i th sample; χ_{i+1} - ultimate value of a random variable in the i th sample.

H_0 is rejected when the probability that it is true falls below a certain level called the significance level. When analysing hypotheses, two kinds of errors are possible:

- H_0 is rejected when it is true.
- H_0 is accepted when H_1 is true.

Reducing the significance level, we reduce the probability of an error of the first kind, but at the same time, the probability of an error of the second kind increases. Therefore, the concept of the power of a criterion is introduced, which represents the probability of a deviation of H_0 . Since this probability changes when the parameters of the population change (for example, the sample size), a power curve is usually considered.

Hypothesis testing usually goes through the following steps.

- Definition of the used statistical model. Here, a certain set of prerequisites is put forward regarding the law of distribution of a random variable and its parameters. For example, the distribution law is normal, the values are independent.
- H_0 and H_1 are formulated.
- A criterion (critical statistics) is selected suitable for the advanced statistical model.
- A significance level is selected, depending on the required reliability of the findings.
- The critical area for testing H_0 is determined. If the value of the criterion falls into this area, then H_0 is rejected. Provided that H_0 is correct, the probability of falling into the critical area equals α . The type of this area (one-sided or two-sided) depends on the adopted H_0 .
- The value of the selected statistical criterion for the available data is calculated.
- The calculated value of the criterion is compared with the critical (sometimes called tabular) value and then a decision is made to accept or reject H_0 .

When choosing a criterion, it is always necessary to proceed from the applied statement of the problem and the nature of the data. The sequence of operations when choosing a criterion:

- Formulation of the problem. Possible classes of problems are given above. In this part, we consider problems associated with verification of any parameters of the distribution law.
- Definition of the class of criteria used. A choice must be made between parametric and nonparametric criteria for testing hypotheses.
- Definition of additional conditions for the selection of criteria. Many criteria require the performance of additional conditions, without which their use would be incorrect.
- The choice of a specific criterion. For many situations, there are several roughly equivalent criteria suitable for testing a hypothesis.

Student's statistical hypothesis test for normally distributed data. The boundaries of the confidence interval for small samples ($n \geq 30$) is limited by the coefficient t_α , which was proposed in 1908 by the English mathematician and chemist V. S. Gosset, who published his work under the pseudonym "Student". Later this coefficient was called the Student's coefficient – specially designed tables with consideration of the sample size). It is advisable to adhere to such a sequence of preliminary processing of the observation results at $n \geq 30$:

- The observation results are recorded in a table.

- The average value of X is calculated from observations:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

- The errors of individual observations are determined:

$$\Delta X_i = \bar{X} - X_i \text{ and their squares } (\Delta X_i)^2.$$

- The observations that are sharply different from others are filtered out. For this, the following are found:
- Mean square error:

$$\Delta \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2}{n}}$$

- The error value $\alpha = 0,95$ is set.
- The student coefficient $t_\alpha(n)$ is determined for a given reliability P and the number of observations n .
- The boundaries of the confidence interval (errors of the observation results) are found:

$$\Delta X = t_\alpha(n) \Delta \sigma_x, X = \bar{X} \pm \Delta X.$$

- Relative error of sampled data is calculated:

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} * 100\%.$$

The Wilcoxon criterion is one of the most famous tools for nonparametric statistics (along with such statistics as Kolmogorov-Smirnov and rank correlation coefficients). The properties of this criterion and the tables of its critical values are addressed in many monographs on mathematical and applied statistics. We shall introduce some notation. Let the function be the function inverted to the distribution function $F(x)$. It is defined on the segment $[0; 1]$. Let us assume that

$$L(t) = G(F^{-1}(t)).$$

Since $F(x)$ is continuous and strictly increasing, $F^{-1}(t)$ and $L(t)$ have the same properties. An important role in the subsequent presentation will play the value of unused $a = P(X < Y)$. As it is easy to show,

$$a = P(X < Y) = \int_0^1 t dL(t).$$

We shall also introduce:

$$b^2 = \int_0^1 L^2(t) dt - (1-a)^2, g^2 = \int_0^1 t^2 dL(t) - a^2.$$

Then the mathematical expectations and variances of the Wilcoxon and Mann-Whitney statistics are expressed in terms of the introduced values:

$$E(U) = mna, E(S) = mn + \frac{m(m+1)}{2} - E(U) = mn(1-a) + \frac{m(m+1)}{2},$$

$$D(S) = D(U) = mn[(n-1)b^2 + (m-1)g^2 + a(1-a)].$$

When the volumes of both samples grow infinitely, the distributions of the Wilcoxon and Mann-Whitney statistics are asymptotically normal with the parameters given by formulas³³. If the samples are completely homogeneous, that is, their distribution functions coincide, the following hypothesis is fair:

$$\text{if } H_0: F(x) = G(x) \text{ for all } x,$$

then $L(t) = t$ and $a = 1/2$.

Substituting into formula³⁷, we obtain:

$$E(S) = m(m + n + 1)/2, D(S) = mn(m + n + 1)/12.$$

Consequently, the distribution of normalized and centred Wilcoxon statistics:

$$T = (S - m(m + n + 1)/2)(mn(m + n + 1)/12) - 1/2,$$

as sample sizes increase, it approaches the standard normal distribution (with a mathematical expectation of 0 and a variance of 1).

Conclusions

The decision rules and the table of critical values for the Wilcoxon criterion are constructed under the assumption that the hypothesis of complete homogeneity described by the formula is valid. To implement the information system of medical (physical) rehabilitation and the software environment for the analysis of biosignals of athletes during rehabilitation. We have proposed a decision-making methodology for choosing a set of patient treatment methods. This approach provides the choice of a set of physiotherapeutic methods, which is optimal in efficiency and balanced in time of application and load on the patient. The proposed structure will allow doctors to determine supportive treatment plans for patients receiving drug therapy or recovering from surgery.

Ethical standards

The article does not contain experiments conducted with the participation of humans or animals.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

- Dmytriiiev D. Assessment and treatment of postoperative pain in children. *Anaesth, Pain Intensive Care*. 2018;22:392-400.
- Puk AL, De Luigi AJ. *Rehabilitation of the adaptive athlete*. Cham: Springer International Publishing; 2018.
- Silfvorskiold JP, Steadman JR, Higgins RW, Hagerman T, Atkins JA. Rehabilitation of the anterior cruciate ligament in the athlete. *Sports Med*. 1988;6:308-19.
- Standaert, CJ, Herring SA, Pratt TW. Rehabilitation of the athlete with low back pain. *Curr Sports Med Rep*. 2004;3:35-40.
- Watkins R, Kordecki M. Rehabilitation of the athlete's spine. In: Hsu WK, Jenkins TJ. *Spinal conditions in the athlete: A clinical guide to evaluation, management and controversies*. Cham: Springer International Publishing; 2020.
- Wilk KE, Arrigo CA. *Principles of rehabilitation in the overhead athlete*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing; 2019.
- Zhanaidarova G, Nauryzov N, Nurseitova K, Arystan L, Dyussebekov R, Turdunova G, Zhanbyrbaeva S, Akhmetova G. Development of the Heart Muscle after Antenatal Ethanol Intoxication during the Neonatal Period. *Bangladesh J Med Sci*. 2022;21:344-53.
- Sultonov NN, Sabirov MO, Tashpulatova MH, Maksudova LI. Evaluating the effectiveness of antiplatelet therapy of the patients with kidney disease. *Int J Res Pharm Sci*. 2020;11:6033-8.
- Carli D. *Functional recovery of the combat sport athlete: wrist and hand injury – from post-rehabilitation to the competition*. Cham: Springer International Publishing; 2018.
- Cohen C, Leme L, Barbosa G, Ejnisman B. *Postoperative rehabilitation: Return to Sport in the noncompetitive athlete*. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2019.
- Cools AM, Borms D, Castelein B, Vanderstukken F, Johansson FR. Evidence-based rehabilitation of athletes with glenohumeral instability. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc*. 2016;24:382-9.
- Coronado RA, Herzberg S, Archer KR. *Identification and management of psychosocial issues in the athlete for return to sport*. Cham: Springer International Publishing; 2019.
- Cassella MC, Richards K. *Principles of rehabilitation*. New York: Springer New York; 2007.
- Zhanaidarova G, Arystan L, Nauryzov N, Syzdykova A, Dyussebekov R, Zhanbyrbaeva S, Turdunova G, Shaimerdenova D. The effect of ethanol on the fetal heart muscle. *J Global Pharma Technol*. 2020;12:501-10.
- Medvecky MJ, Zazulak BT, Hewett TE. A multidisciplinary approach to the evaluation, reconstruction and rehabilitation of the multi-ligament injured athlete. *Sports Med*. 2007;37:169-87.
- Saroglia I, Pompili G. *Rehabilitation in the athletes*. Cham: Springer International Publishing; 2018.
- Tilley D, James DA. *Rehabilitation of gymnasts*. Cham: Springer International Publishing; 2020.
- Wayman K, Pintar J. *Evaluation and treatment of the swimming athlete*. Cham: Springer International Publishing; 2016.
- Wheatley WB, Krome J, Martin DF. Rehabilitation programmes following arthroscopic meniscectomy in athletes. *Sports Med*. 1996;21:447-56.
- Beitzel K, Imhoff AB. *Accelerated rehabilitation of shoulder injuries in athletes*. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015.
- Kiuchukov I, Yanev I, Petrov L, Kolimechkov S, Alexandrova A, Zaykova D, Stoimenov E. Impact of gymnastics training on the health-related physical fitness of young female and male artistic gymnasts. *Science of Gymnast J*. 2019;11:175-88.
- Lundblad M, Häggglund M, Thomeé C, Hamrin Senorski E, Ekstrand J, Karlsson J, Waldén M. Medial collateral ligament injuries of the knee in male professional football players: A prospective three-season study of 130 cases from the UEFA Elite Club Injury Study. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc*. 2019;27:3692-8.
- Zhou S, Tan B. Electrocardiogram soft computing using hybrid deep learning CNN-ELM. *Appl Soft Comp J*. 2020;86:105778.

X JORNADAS INTERNACIONALES DE MEDICINA DEL DEPORTE

El trabajo en equipo en medicina del deporte

25 - 26 de noviembre de 2022

Sociedad Española de Medicina del Deporte
(SEMED)



Edificio de Institutos de Investigación
(Avenida de la Investigación)
Campus Universitario de Badajoz
Avenida de Elvas s/n
06006 Badajoz



Comunicaciones orales / Oral communications

Cineantropometría - Entrenamiento / kinanthropometry - Training

003. Distribución del genotipo ACTN3 R577X en jugadores profesionales de bádminton

Abián-Vicén J¹, Piñas I¹, Abián P¹, Bravo-Sánchez A², Jiménez F¹, Del Coso J³.

¹Laboratorio de Rendimiento y Readaptación Deportiva, Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo. ²Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Francisco de Vitoria. Pozuelo de Alarcón. ³Centro de Estudios Deportivos, Universidad Rey Juan Carlos. Fuenlabrada.

Introducción: El gen ACTN3 codifica la proteína alfa-actinina-3 que se encuentra exclusivamente en las fibras musculares de tipo II. Este gen tiene un polimorfismo, el R577X (rs1815739) que produce que las personas con el genotipo XX no expresen alfa-actinina-3. Además, diversos estudios han encontrado una mayor prevalencia del genotipo RR en los deportes de potencia y velocidad. El objetivo de este estudio ha sido analizar la frecuencia del genotipo ACTN3-R577X y su distribución alélica en jugadores profesionales de bádminton para establecer si este polimorfismo está relacionado con el rendimiento en el bádminton.

Material y método: Participaron voluntariamente 53 jugadores profesionales de bádminton que se encontraban disputando el campeonato de Europa. 31 fueron hombres (26,2±4,4 años) y 22 mujeres (23,4±4,5 años). Se utilizó una Chi-cuadrado para analizar las diferencias en la distribución de los genotipos (RR, RX y XX) entre diferentes categorías de nivel según la posición alcanzada en el Ranking Mundial y entre hombres y mujeres.

Resultados: El genotipo RR fue el más frecuente en los jugadores de bádminton (RR=49%, RX=23% y XX=28%) con una prevalencia de este genotipo superior a los valores de referencia registrados en la población europea, donde el predominio pertenece al genotipo RX (41-51%). Ninguno de los jugadores que había alcanzado el top-10 en el ranking mundial mostró un genotipo XX (RX=60%, RR=40%) lo que nos indicaría que la deficiencia completa de la proteína alfa-actinina-3 puede condicionar el rendimiento en un deporte que se caracteriza por sus movimientos explosivos. La distribución de los genotipos fue similar entre los hombres y las mujeres.

Conclusiones: El polimorfismo R577X del gen ACTN3 puede determinar el rendimiento en los jugadores de bádminton de élite ya que se ha

encontrado una prevalencia del genotipo RR en los jugadores analizados y ningún jugador que haya alcanzado el top-10 mostró el genotipo XX.

Palabras clave: Badminton. Rendimiento. Alfa-actinina-3. Genética. ACTN3.

009. Masa grasa relativa e índices de adiposidad. Relación con la composición corporal obtenida por bioimpedancia

Martínez González-Moro I, Albertus Cámara I, Ferrer López V.

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

Introducción: Cada vez se usa más la bioimpedancia eléctrica (BIA) para la obtención de los porcentajes de masa grasa (MG) y masa músculoesquelética (MME) en la determinación de la composición corporal de los deportistas y de la población en general. Así mismo, hay múltiples trabajos y referencias que usan índices antropométricos para esta valoración y la estratificación del riesgo cardiovascular. Nuestro objetivo es establecer cuál es el índice antropométrico que mejor se ajusta a los datos de composición corporal obtenidos por BIA.

Material y método: Hemos valorado a 73 deportistas aficionados (29% mujeres). Edad media 31±8,1 años (entre 18 y 49 años). Tras obtener el consentimiento informado se les midió la talla en bipedestación (SECA®), los perímetros de cintura y cadera (HOLTAIN) y se determinó la masa total y los kilos y porcentajes de MG y MME con una báscula de BIA (INBODY®). Hemos correlacionado (*r* Pearson), en la población total, y separados por sexo, los valores obtenidos por BIA con el Índice de Masa Corporal (IMC), la relación cintura/cadera (C/C), la relación cintura/talla (C/T) y la masa grasa relativa (MGR) obtenida con la fórmula de Woolcott y Bergman de 2018 [MGR= 64 - (20 × (talla/cintura)) + (12 × sexo); varones=0; mujeres=1].

Resultados: MGR tiene una alta correlación positiva con el porcentaje MG (*r*=0,83, *p*=0,000) y negativa con el de MME (*r*=0,80, *p*=0,000). C/C discrimina entre varones y mujeres, no muestra relación con la MG en la población global, pero sí separados por sexo (% varones *p*=0,007

y % mujeres $p=0,034$). Los Kg de MME de las mujeres no muestran relación con ningún índice. IMC tiene correlación negativa con % MME y positiva con % MG.

Conclusión. Las relaciones entre índices y porcentajes dependen del sexo. El índice que mejores correlaciones muestra es la MGR y la mayor dispersión aparece en la relación C/C.

Palabras clave: Composición corporal. Masa músculo-esquelética. Masa grasa.

014. Relación entre masa muscular y fuerza prensil con la tolerancia a la hipoxia en paracaidistas

Albertus-Cámara I, Martínez-González-Moro I, Paredes-Ruiz MJ, Jódar-Reverte M, Lomas-Albaladejo JL, Ferrer-López V.

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

Introducción: La tolerancia a la hipoxia es la capacidad de respirar en ambientes con una proporción de oxígeno disminuida. Los paracaidistas realizan saltos a gran altitud por lo que se ven sometidos a condiciones de hipoxia. En la tolerancia a respirar en estos ambientes influyen distintos factores como la edad, el sexo o la genética. El objetivo es analizar la relación entre la masa muscular (MM) y la fuerza de presión manual (FPM) sobre la tolerancia a la hipoxia en paracaidistas.

Material y método: 21 paracaidistas profesionales (14.29% mujeres) realizaron un test de tolerancia a la hipoxia normobárica (TTHN) (simulador iAltitude Trainer v2.7^o) a 5050 m. El test finalizaba a los 10 minutos de duración o al alcanzar un valor de saturación arterial de oxígeno (SatO_2) inferior al 83%. Se dividió a la población en dos grupos: completo (G1; $n=8$) e incompleto (G2; $n=13$) según finalizasen o no el TTHN, respectivamente. La SatO_2 se medía con un pulsioxímetro Nonin^o 3018LP colocado en la oreja izquierda del sujeto. Antes de la prueba de hipoxia se midió la FPM (dinamómetro manual Psymtec^o T.K.K-5001) en ambas manos y se realizó la media. La MM se midió previa a la sesión de hipoxia con la báscula Omronv Healthcare 511.

Resultados: La MM media del G1 fue de $37,11 \pm 3,22\%$ y del G2 de $37,05 \pm 4,43\%$ no existiendo diferencias significativas entre grupos ($p=0,487$). El G1 obtuvo una FPM de $49,44 \pm 7,08\text{N}$ y el G2 $48,46 \pm 8,67\text{N}$ no existiendo diferencias entre ambos ($p=0,396$). Existe una correlación positiva entre la FPM y la MM ($p=0,001$), pero no entre el tiempo del TTHN y la MM ($p=0,518$) así como tampoco entre la FPM ($p=0,906$) y el tiempo del TTHN.

Conclusión: el porcentaje de MM y la FPM no influye en la tolerancia a la hipoxia en una población paracaidista.

Palabras clave: Hipoxia. Fuerza prensil. Masa muscular. Composición corporal.

021. Influencia de la competición sobre la ansiedad y variabilidad de frecuencia cardiaca en tenistas adolescentes

García-González S¹, Abellán-Aynés O².

¹Departamento de Psicología. Facultad de Medicina. UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia. ²Facultad de Deporte. UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia.

Este estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de la competición sobre la ansiedad y la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) en tenistas. En la investigación se incluyeron 30 tenistas (15 chicos y 15 chicas). Los chicos presentaban una edad media de $14,53 \pm 2,42$ años, $169,2 \pm 14,05$ cm y $60,60 \pm 17,2$ Kg mientras que en las chicas la media fue de $13,60 \pm 1,4$ años, $164,07 \pm 5,1$ cm y $54,33 \pm 7,69$ Kg. Se midió la ansiedad competitiva mediante el Inventario de Ansiedad Competitiva-2 (CSAI-2) y el Cuestionario de Ansiedad Estado Rasgo (STAI), así como la VFC. Estas mediciones se realizaron en dos momentos distintos, momentos antes de un entrenamiento y momentos antes de una competición, manteniendo ambas veces las mismas condiciones para los participantes. Se realizó una prueba T para muestras repetidas para analizar el efecto de la competición sobre las variables estudiadas y una prueba T para muestras independientes para comparar entre sexos. Además, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para analizar la asociación entre variables. La ansiedad somática y la ansiedad estado fueron significativamente mayores en el momento previo a la competición comparado con el momento previo al entrenamiento ($p<0,05$). Por el contrario, el resto de las variables no presentaron diferencias significativas entre las condiciones ($p>0,05$). Por otro lado, no se observó ninguna correlación entre la ansiedad y la variabilidad de la frecuencia cardiaca ni antes de competición, ni antes de entrenamiento. Se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres en la ansiedad estado y la frecuencia cardiaca, siendo superior siempre en mujeres ($p<0,05$). La competición afecta negativamente a la ansiedad somático y estado a tenistas adolescentes, siendo mayor este efecto en las chicas. Por otro lado, no se observa efecto fisiológico medido a partir de la VFC.

Palabras clave: Ansiedad. Variabilidad de frecuencia cardiaca. Deportista. Competición. Rendimiento.

022. Análisis de las diferencias de masa grasa en función de las ecuaciones de estimación en adolescentes de baloncesto y piragüismo

López-Plaza D^{1,2}, Abellán-Aynés O^{2,3}, Alacid F^{2,4}, Manonelles P^{1,2}.

¹Cátedra Internacional de Medicina del Deporte. Facultad de Medicina. Universidad Católica San Antonio de Murcia. ²Red Iberoamericana de Investigadores en Antropometría Aplicada. ³Facultad de Deporte. Universidad Católica San Antonio de Murcia. ⁴Departamento de Educación. Centro de Investigación en Salud. Universidad de Almería. Almería.

Introducción: Los métodos y ecuaciones para la valoración de la composición corporal son muy variados en la literatura. Aunque existen documentos de consenso entre especialistas en la materia que aconsejan su uso en determinadas poblaciones, a menudo se pueden encontrar comparaciones antropométricas realizadas desde diferentes procedimientos. Es el caso de la estimación de la masa grasa mediante técnicas antropométricas, donde se pueden observar diferentes ecuaciones para su valoración incluso en la misma población. Podría

hipotetizarse que en deportes con más o menos implicación de las extremidades superiores, el tipo de ecuación podría influir en el resultado final. El objetivo de esta investigación fue analizar las diferencias de masa grasa deportistas de baloncesto y kayak usando las dos ecuaciones recomendadas en adolescentes.

Material y método: Cuarenta y ocho deportistas (12 kayakistas hombres, 12 kayakistas mujeres, 12 jugadores de baloncesto y 12 jugadoras de baloncesto) adolescentes ($15,31 \pm 1,63$) fueron valorados antropométricamente. Para la estimación de la masa grasa, las ecuaciones de Slaughter *et al.*, (1988), fueron usadas a partir la medición de los pliegues cutáneos de todos los participantes por parte de un antropometrista nivel II. El análisis estadístico se realizó mediante pruebas t emparejadas y el nivel de significación se estableció en $p < 0,05$.

Resultados: Podemos ver los resultados en la Tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de masa grasa de kayakistas y jugadores y jugadoras de baloncesto mediante las fórmulas de Slaughter (1988) para adolescentes.

	% Masa grasa (Tri + Pr Med) Media \pm DE	% Masa grasa (Tri + Subes) Media \pm DE	valor p
Kayak hombres (n=12)	15,50 \pm 3,13	14,65 \pm 3,40	0,877
Kayak mujeres (n=12)	22,25 \pm 4,63	20,31 \pm 4,27	0,546
Baloncesto hombres (n=12)	16,19 \pm 4,59	14,74 \pm 2,98	0,382
Baloncesto mujeres (n=12)	21,37 \pm 6,80	18,88 \pm 5,02	0,354

Conclusiones: Las dos ecuaciones propuestas por Slaughter *et al.*, (1988) se diferencian en los distintos pliegues que se tienen en cuenta para su obtención. Sin embargo, los resultados de esta investigación en deportes tan diferentes como el baloncesto y el kayak, muestran que entre ambas ecuaciones no existen diferencias significativas.

Palabras clave: Masa grasa. Estimación. Ecuación. Pliegues cutáneos.

027. Efectos del método Tabata en deportistas profesionales y personas físicamente activas. Revisión sistemática

Francés A, Gómez S, Quero C.

Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM).

Introducción: El principal objetivo de este trabajo de revisión bibliográfica fue la búsqueda de artículos científicos que reportasen evidencia alguna sobre los beneficios del método Tabata como herramienta para trabajar la resistencia en deportistas profesionales y personas físicamente activas.

Material y método: Se ha seguido una metodología cualitativa no interactiva. A través de diversos motores de búsqueda como Redalyc, Project Muse, Dialnet, Teseo, Google Académico, Pubmed y Web of science. Se incluyeron clinical trials cuyos participantes fueran deportistas o personas físicamente activas que realizaran un protocolo HIIT. Entre los métodos de exclusión, todos aquellos artículos que no estuviesen en inglés o español.

Resultados: Se han encontrado un total de 30 artículos, los cuales han valorado los efectos de distintos métodos de *High Intensity Interval Training* (en adelante HIIT) y en concreto del Método Tabata, en deportistas profesionales y sujetos físicamente activos. En este sentido, Foster *et al.* (2015) valoraron los efectos de tres métodos de entrenamiento HIIT en sujetos físicamente activos, entre ellos el método Tabata, observando un aumento de rendimiento del ejercicio aeróbico y anaeróbico. También, se han encontrado estudios que analizan y valoran positivamente el efecto de un entrenamiento HIIT en diferentes deportes, como fútbol, natación, judo, atletismo y baloncesto (Sánchez y Carranque, 2016; Agudelo-Velásquez *et al.*, 2016; Aschendorf *et al.* 2018; y Gardachal 2020). Además, según Ben-Zeev y Okun (2021) mejora los marcadores de salud, como la salud cardiovascular, la salud metabólica y la función cognitiva en cualquier actividad física y modalidad deportiva, siendo una de las mejores opciones para la mejora del VO_{2max} (Narváez 2022).

Conclusiones: El método Tabata podría contribuir a la eficiencia de la preparación física de los deportistas y personas físicamente activas, pues se trata de un método entrenamiento rápido, efectivo e intenso, que requiere un gran esfuerzo concentrado en un intervalo de tiempo muy corto.

Palabras clave: Condición física. Deportistas. HIIT. Método Tabata. Personas físicamente activas. Resistencia.

Comunicaciones oficiales / Official communications

001. Entrenamiento de fuerza y flexibilidad, solos o combinados, efecto sobre la flexibilidad en adolescentes

Merino-Marban R, Gil-Espinosa FJ.

Ciencias de la Educación. Universidad de Málaga. Málaga.

Introducción: Algunas evidencias sugieren que el entrenamiento de fuerza también puede mejorar la flexibilidad. Sin embargo, no está claro hasta qué punto el entrenamiento de fuerza es comparable al estiramiento. Se evaluó el efecto de un programa de fuerza y estiramiento, aislado o combinado, sobre la flexibilidad activa de estudiantes de secundaria durante las clases de educación física (EF).

Material y método: Una muestra de 206 estudiantes de secundaria (54,6% mujeres) de entre 14 y 16 años de edad pertenecientes a ocho grupos naturales fueron asignados aleatoriamente a un grupo de flexibilidad (n = 43), a un grupo de fortalecimiento (n = 61), a un grupo de fortalecimiento + flexibilidad (n = 46) o a un grupo de control (n = 56). Durante las clases de EF, los estudiantes de los grupos experimentales realizaron un programa de estiramiento de 2 minutos, fortalecimiento de 2 minutos o de fortalecimiento + estiramiento (1 min +1 min) dos veces por semana en días no consecutivos durante un total de 36 semanas. Los estudiantes del grupo control realizaron las mismas clases de EF pero no siguieron ningún programa de fortalecimiento y/o estiramiento. Se evaluó la flexibilidad activa (estimada por la prueba de sentarse y alcanzar) al principio y al final del programa de intervención.

Resultados: Los resultados del modelo lineal multinivel sobre las puntuaciones de la prueba de sentarse y alcanzar mostraron un efecto de interacción estadísticamente significativo (- 2LL = 2410,746; F = 6,780; p <0,001). Posteriormente, las comparaciones por pares entre grupos con el ajuste de Bonferroni mostraron que los estudiantes de los grupos experimentales tenían puntuaciones estadísticamente significativas más altas que los del grupo control (p <0,05). Por último, las comparaciones por pares dentro del grupo para los alumnos de los grupos experimentales mejoraron de forma estadísticamente significativa sus puntuaciones en la prueba de sentarse y alcanzar (p <0,001; d = 0,19/0,33/0,32).

Conclusiones: La flexibilidad de los estudiantes de secundaria puede mejorarse realizando estiramientos, entrenamiento de fuerza o combinando estiramientos y entrenamiento de fuerza.

Palabras clave: Sit and Reach. Flexibilidad. Fuerza. Estiramiento.

005. Efectos de las contracciones isométricas voluntarias intermitentes en el rendimiento y la cinemática de la región de estancamiento en el press de banca

Garbisu-Hualde A, Gutiérrez L, Fernández-Peña E, Santos-Concejero J.

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Vitoria-Gasteiz. Álava.

El propósito de este estudio era analizar el rol de un protocolo de potenciación del rendimiento isométrico en el rendimiento y analizar los efectos que éste tenía sobre las características de la región de estancamiento. 21 participantes (edad $26,4 \pm 5,42$ años; masa corporal $79,4 \pm 9,7$ kg; altura $176,2 \pm 6,9$ cm; 1RM en press de banca $97,4 \pm 19,8$ kg) pasaron por dos protocolos de investigación en orden aleatorio: un protocolo tradicional (TRAD), que consistía en una sola serie de una repetición de press de banca al 93% 1RM y un protocolo isométrico experimental (ISO), que consistía en 15 contracciones isométricas voluntarias máximas de 1s de duración con 1s de descanso entre ellas en la región de estancamiento del press de banca. Solo el protocolo ISO mejoró el rendimiento en la fase inicial de la subida (la región previa a la región de estancamiento) de 0,298 a 0,38 m/s (p <0,001; ES = 0,67), mejoró el pico máximo de velocidad de 0,51 a 0,57 m/s (p = 0,005; ES = 0,71) y el pico mínimo de 0,47 a 0,51 m/s (p = 0,025; ES = 0,38) de la región de estancamiento, mientras que el protocolo TRAD no mostró mejoras ni en el pico máximo (de 0,49 a 0,52 m/s; p = 0,457; ES = 0,37) ni en el pico mínimo (de 0,41 a 0,49; p = 0,125; ES = 0,85) de velocidad. Los resultados de este estudio sugieren que las contracciones isométricas voluntarias de corta duración, intercaladas con breves periodos de descanso, mejoran la velocidad del levantamiento en la zona previa a la región de estancamiento, mejorando así sus características y facilitando el levantamiento.

Palabras clave: Calentamiento. Entrenamiento de fuerza. Rendimiento deportivo.

007. Funcionalidad y fuerza de aductores en jugadores de hockey patines de alto nivel

Quintana M¹, Pedrero Y², de la Calle O¹, Medina M³, Crespo I⁴, Olmedillas H¹.

¹Departamento de Biología Funcional. Universidad de Oviedo. Oviedo. ²Departamento de Fisioterapia. Universidad de Málaga. Málaga. ³Departamento de Cirugía. Universidad de Oviedo. Oviedo. ⁴Instituto de Investigación Sanitaria del Principado de Asturias (ISPA). Oviedo.

Introducción: Las lesiones inguinales son un problema complejo en el mundo del deporte debido a su alta tasa en disciplinas multidireccionales, como fútbol o hockey. El principal factor de riesgo descrito es haber padecido una lesión inguinal previamente. Esto es de vital importancia en poblaciones jóvenes ya que evitar un episodio inicial previene la aparición futura de lesiones en esta zona. Los objetivos fueron evaluar la fuerza de los músculos aductores y la funcionalidad en jugadores de hockey sobre patines de alto nivel y su relación con sufrir el padecimiento de una lesión inguinal en la temporada anterior.

Material y método: Se registraron los valores de fuerza mediante el "Squeeze Test" de 5 segundos (5SST), y la funcionalidad de la cadera e ingle mediante el cuestionario "Hip and Groin Outcome Score" (HAGOS) en una población de 11 jugadores de hockey sobre patines de alto nivel.

Resultados: La prevalencia de lesión inguinal fue del 18,2%. La fuerza media para el 5SST fue de 254,68N (3,25 Nm/Kg) y la funcionalidad alcanzó los 90/100 puntos en el cuestionario HAGOS para toda la muestra. La fuerza muscular fue similar entre jugadores que habían sufrido lesión con pérdida de tiempo durante la última temporada y jugadores sanos en ($p=0,261-0,948$; $g: 0,04-0,85$). Se encontraron diferencias significativas en las siguientes subescalas del cuestionario HAGOS: Dolor, actividades deportivas y recreacionales, y calidad de vida entre ambos grupos ($p=0,005-0,042$; $g: 0,34-2,65$; $r: 0,3-0,61$).

Conclusiones: Un quinto de los jugadores llegó a detener su actividad por lesión inguinal. La funcionalidad medida a través del HAGOS se erigió como el principal indicador que mostró diferencias entre grupos. Basándonos en estudios previos de nuestro grupo de investigación y de los de este estudio piloto, se recomienda el uso del HAGOS en la evaluación de deportistas con sospecha de esta lesión.

Palabras clave: Adolescente. Dolor Inguinal. Squeeze test. Hockey. Traumatismos en atletas.

008. Depresión, ansiedad e historia lesional en futbolistas con lesiones graves y muy graves

García A, Gil-Caselles L, Ramos, LM, Giménez JM, Olmedilla A.

Universidad de Murcia. Murcia.

Introducción: En los procesos de rehabilitación de las lesiones deportivas ha quedado patente la importancia que determinados factores psicológicos tienen en una recuperación exitosa. Las variables psicológicas y los indicadores de salud mental parecen jugar un papel preponderante, como la depresión y la ansiedad. El objetivo de este estudio es relacionar la historia de lesiones de los futbolistas lesionados con el nivel de depresión y de ansiedad manifestado; y, establecer la relación entre la depresión y la ansiedad manifestadas por los jugadores.

Material y método: La muestra estuvo formada por 22 futbolistas varones lesionados en el momento de la investigación. La edad media era $20,32 \pm$. Todos los participantes se habían lesionado de gravedad moderada o grave y no presentaban ninguna enfermedad crónica ni trastorno psiquiátrico. Se evaluó la historia de lesiones (2 temporadas anteriores), la depresión con el Inventario de Depresión de Beck-II (BDI-II) y la ansiedad con la escala Ansiedad Rasgo del Inventario de Ansiedad Rasgo-Estado de Spielberger.

Resultados: Los resultados indicaron que un 22,7% del grupo de jugadores que no manifestó depresión tampoco sufrió lesión. Sin embargo, del grupo que manifestó un nivel de depresión leve, los jugadores que no se lesionaron fue un 18,1%, y solo un 4,5% del grupo que manifestó depresión moderada. Por otro lado, los jugadores sin depresión mostraron valores más bajos de ansiedad ($M = 18,6 \pm 8,00$, 95% IC [13,64, 23,56]), siendo mayores para el grupo de depresión leve ($M = 28,25 \pm 10,96$, 95% IC [20,65, 35,85]), y aún mayores para el grupo de depresión moderada ($M = 39,75 \pm 6,34$, 95% IC [33,63, 45,86]).

Conclusiones: Los jugadores con niveles de depresión leve o moderada se lesionaron más que los jugadores que no manifestaron depresión. Además, el nivel de depresión se relacionó positivamente con los niveles de ansiedad de los jugadores lesionados.

Palabras clave: Lesión. Fútbol. Depresión. Ansiedad.

010. Análisis de la carga interna y externa en la caza al salto

Hernández-Beltrán V¹, Gámez-Calvo L¹, Gamonales JM^{1,2}.

¹Universidad de Extremadura. (²)Universidad Francisco de Vitoria.

Introducción: La práctica de la caza es una actividad que se alarga en el tiempo y conlleva una implicación global, así como ocupa el tiempo de ocio con una percepción lúdica y deportiva (Gamonales & León, 2014). Por tanto, la caza ha evolucionado notablemente, y se concibe a la práctica de la caza como actividad físico-deportiva, término que engloba tanto al ejercicio físico como al deporte (Feu, 2003; Gamonales, León & Muñoz-Jiménez, 2016). Por ello, este trabajo tiene como objetivo analizar la carga interna y externa de los cazadores de la modalidad al salto.

Material y método: La muestra estuvo formada por dos grupos de cazadores (grupo de edad 35-44 y grupo de edad 45-54), durante una jornada de caza al salto. Las variables analizadas fueron: Variables antropométricas (edad, altura, peso e IMC), variables de carga interna (hr max, hr avg, %hr max, pl y pl/min.), variables de carga externa (distancia, max. speed, avg. speed, aceleraciones, deceleraciones, acc./min., y secel./min.), y Variable independiente (categoría (edad 35-44 años y edad 45-54 años)). Para recoger los datos, cada cazador fue equipado con un dispositivo inercial modelo WIMUTM (RealTrack Systems, Almería, Spain), el cual fue fijado mediante un arnés anatómicamente adaptado a cada deportista. Se realizó análisis descriptivo y de diferencias en función de la Categoría de edad de los cazadores.

Resultados: En la Tabla 1, se muestran los resultados relacionados con la carga interna y externa de los cazadores de la modalidad al salto.

Tabla 1. Análisis descriptivo y diferencias en función de la categoría de edad de los cazadores.

Variable	Edad 35-44		Edad 45-54		t de student	
	M	DE	M	DE	t.	p.
HR Max	106,11	9,76	111,6	13,35	39,48	0,00
HR Avg	76,89	4,78	79,00	7,53	53,20	0,00
%HR Max	38,40	2,40	39,50	3,77	53,20	0,00
PL29,53	6,9	30,60	7,82	17,79	0,00	
PL/min	0,20	0,03	0,21	0,03	27,78	0,00
Distancia	7386,88	1623,38	7657,42	1607,76	20,28	0,00
Max. Speed	9,07	1,91	8,71	2,11	19,31	0,00
Avg. Speed	2,96	0,25	2,96	0,31	46,18	0,00
Aceleraciones	243,88	144,83	330,33	141,98	8,40	0,00
Deceleraciones	222,33	107,53	267,55	103,18	9,78	0,00
Acc./min.	1,63	0,90	2,29	1,11	8,01	0,00
Decel./min	1,47	0,61	1,85	0,81	9,78	0,00

Conclusiones: La carga interna y externa que presentan los deportistas depende de diferentes factores relacionados con la propia modalidad al salto. Además, es un estudio pionero en la caza como actividad físico-deportiva como consecuencia de utilizar dispositivos inerciales para conocer la carga interna y externa.

Palabras clave: Salud. Actividad física. Deporte.

020. Síndrome doloroso del trocánter mayor (SDTM): enfoque multifactorial actualizado

Gonzalez Sanmamed A, Ruiz Fernández ML.

Universidad de Oviedo.

Introducción: Si bien el SDTM es una patología eminentemente clínica y mal definida, los avances en pruebas de imagen y el interés de la medicina deportiva han llevado a una mejor comprensión de los síntomas. Es una patología multifactorial que cursa con dolor en cara lateral en cadera y muslo.

Causas musculares: Tendinopatía de los tendones glúteo medio y menor, en su inserción con el trocánter mayor del fémur. El glúteo medio se lesiona a causa de micro y/o macro traumatismos de cadera y pelvis, mientras el glúteo menor se lesiona por pérdida de función del glúteo

medio. Procesos de reparación fallidos a nivel tendinoso, aumento de adiposidad en el musculo, sedentarismo, aumento del índice de masa corporal, escoliosis, disimetrías y en la práctica deportiva errores en el entrenamiento por alta intensidad.

Causas morfológicas: Factores morfológicos de la pelvis femenina menor área de inserción del trocánter mayor, ángulo femoral menor de 134°, mayor desplazamiento trocantérico hacia coxa vara y aumento del ángulo Q. Se correlacionan con una mayor compresión de los tendones glúteos sobre el trocánter mayor en mujeres de mediana edad.

Causas biomecánicas: La combinación de insuficiencia abductora trocantérica, el aumento de la contribución de los tensores de banda iliotibial y uso excesivo de la aducción funcional puede representar un factor de riesgo biomecánico para los tendones glúteos que están expuestos a la carga combinada de compresión y tracción en estos pacientes.

Material y método: revisión bibliográfica actualizada de los enfoques etiológicos relacionados al desarrollo del SDTM.

Conclusiones: por todo ello, se evidencia la necesidad de reconocer los posibles factores de riesgo que permitan diseñar un tratamiento eficaz para restablecer la funcionalidad perdida y disminuir el dolor síntoma clínico por excelencia del SDTM.

Palabras clave: SDTM. Tendinopatía glútea. Alteración de la marcha. Morfología pelviana.

Actividad física y salud / Physical activity and health

002. Influencia del ciclo menstrual en el rendimiento físico y cognitivo en mujeres eumenorreicas

Piñas-Bonilla I¹, Abián P¹, Bravo-Sánchez A², Ramírez de la Cruz M¹, Jiménez F¹, Abián-Vicén J¹.

¹Laboratorio de Rendimiento y Readaptación Deportiva. Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo. ²Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Francisco de Vitoria. Pozuelo de Alarcón.

Introducción: Las hormonas sexuales femeninas propias del ciclo menstrual no solo tienen funciones reproductivas, también influyen en otros sistemas fisiológicos pudiendo afectar al rendimiento deportivo y cognitivo. El propósito del presente estudio ha sido evaluar distintos aspectos como la composición corporal, la resistencia, la fuerza muscular y algunas capacidades cognitivas en diferentes etapas del ciclo menstrual.

Material y método: En el estudio participaron ocho mujeres jóvenes eumenorreicas (edad=23,1±4,4 años) con ciclos menstruales regulares. Se realizó una prueba de densitometría y una bioimpedancia para estudiar la composición corporal, una prueba de memoria visual a corto plazo y un test de tiempo de reacción para evaluar habilidades cognitivas y se analizaron características del músculo (grosor y rigidez del recto anterior y fuerza muscular) junto a una prueba de esfuerzo para evaluar el rendimiento durante las fases folicular media (FF) y lútea media (FL) del ciclo menstrual de las participantes.

Resultados: Durante la fase folicular las participantes registraron un mayor tiempo total (FF=488,5±93,18 s vs. FL=468,6±81,29s; p=0,015) y una frecuencia cardíaca inicial menor (FF=83,3±10,23 pulsaciones por minuto (PPM) vs. FL=92,9±7,67 PPM; p=0,034) en la prueba de esfuerzo. Además, Respecto a las habilidades cognitivas, en la fase folicular se obtuvieron mejores resultados en el tiempo de reacción tanto con la mano derecha (FF=0,426±0,082 s vs. FL=0,453±0,087 s; p=0,036) como con la mano izquierda (FF=0,435±0,096 s vs. FL=0,466±0,077 s; p=0,034). Por otro lado, se encontró un mayor porcentaje de grasa (FF=27,3±5,1% vs. FL=27,9±5,0%; p=0,041) en la fase lútea.

Conclusiones: El rendimiento en resistencia y en aspectos cognitivos como es el tiempo de reacción fue mejor en la fase folicular mientras que se observó un mayor porcentaje de grasa en la fase lútea. Sin embargo, la memoria, la fuerza y las características musculares no se vieron afectadas por las fluctuaciones hormonales propias del ciclo menstrual.

Palabras clave: Ciclo menstrual. Mujer. Rendimiento deportivo. Composición corporal. Actividad física.

004. Niveles objetivos de actividad física habitual en pacientes con fibromialgia: influencia del codiagnóstico del síndrome de fatiga crónica

Otero E, Hinchado MD, Navarro MC, Gálvez I, Martín-Cordero L, Ortega E.

Grupo de Investigación en Inmunofisiología. Instituto Universitario de Investigación Biosanitaria (INUBE). Universidad de Extremadura. Badajoz.

Introducción: La Fibromialgia (FM) y el Síndrome de Fatiga Crónica (SFC) son dos enfermedades frecuentemente codiagnosticadas, que presentan muchas similitudes, como la escasa tolerancia a la actividad física habitual (AFH); particularmente en las personas con SFC. Aunque el ejercicio les es frecuentemente recomendado, existe poca literatura que reporte mediciones objetivas y cómo afecta el codiagnóstico de SFC. Los objetivos de la investigación fueron: a) Valorar mediante acelerometría posibles diferencias en los niveles objetivos de AFH y sedentarismo en pacientes con FM, con y sin SFC, en relación a un grupo de referencia (RG) de mujeres de la misma edad no diagnosticadas con FM. b) Conocer si la realización de programas supervisados de ejercicio (PSE) influye sobre los niveles objetivos de AFH y sedentarismo, tanto en ausencia como en presencia del codiagnóstico con SFC.

Material y método: Utilizando un acelerómetro durante 7 días consecutivos, evaluamos objetivamente los parámetros de AFH y sedentarismo en dos grupos experimentales: FM (N=15) y FM+SFC (N=15). Posteriormente, evaluamos dichos parámetros de forma diferencial en las mujeres que nos reportaron realizar PSE o no, en ambos grupos experimentales.

Resultados: Se observó un menor recuento de golpes de actividad tanto en el grupo FM (62,5±10,2) como en el FM+SFC (64,4±8,1) con respecto al RG (95,9±13,3) (p<0,05). Ambos grupos experimentales presentaron menor tiempo de ejercicio moderado-vigoroso (min) (FM:1160,5±189,1/FM+SFC:1264,8±155,9) con respecto al RG (1951,7±277,9) (p<0,01). Un mayor recuento de golpes de sedentarismo fue observado en FM (131,72±8,1) y en FM+SFC (139,1±11,5) frente al RG (110,2±8,96) (p<0,05). No se encontraron diferencias significativas entre los grupos FM y FM+SFC en ninguno de los anteriores parámetros. Sorprendentemente, no se hallaron diferencias significativas en ninguno de los parámetros objetivos de AFH y sedentarismo entre las pacientes que realizaban o no PSE, en ninguno de los dos grupos experimentales.

Conclusiones: Las pacientes con FM presentaron menores niveles de actividad física diaria que el grupo de referencia de mujeres sin FM. Ni el codiagnóstico del SFC ni la realización de programas supervisados de ejercicio influyeron en los niveles de actividad y sedentarismo en las pacientes con FM.

Palabras clave: Fibromialgia. Síndrome de fatiga crónica. Actividad física.

011. Influencia de la higiene oral en deportistas con discapacidad intelectual

Gámez-Calvo L¹, Gamonales JM^{1,2}, Hernández-Beltrán V¹, Muñoz-Jiménez J¹.

¹Universidad de Extremadura. ²Universidad Francisco de Vitoria. Majadahonda. Madrid.

Introducción: Los hábitos de higiene bucodental, en especial los adquiridos durante la primera infancia, van a determinar la salud oral de la persona para toda vida. Las personas con discapacidad intelectual presentan más problemas bucodentales, debido en parte a la poca adaptación e individualización que se da en el tratamiento y apoyo de su salud oral. La salud bucodental tiene un fuerte impacto en la salud y en la calidad de vida. Además, puede afectar negativamente al rendimiento deportivo. El presente trabajo tiene por objetivo desarrollar una revisión sistemática, basada en los resultados encontrados en torno a los términos Salud Oral y Olimpiadas Especiales, competición deportiva en la que participan deportistas con discapacidad intelectual.

Material y método: Para llevar a cabo la búsqueda, se emplearon las palabras clave: "Oral Health" y "Special Olympics". Los documentos fueron recopilados en la base de datos electrónica Web of Science. Con la finalidad de ajustar la búsqueda al objeto de estudio, se establecieron una serie de criterios de inclusión: i) Seleccionar cualquier tipo de documento científico, ii) Describir al menos alguna característica de la influencia de la Salud Oral en los deportistas de Olimpiadas Especiales (mínimo 50 palabras), iii) Estar escrito en inglés, portugués o español, y, iv) Tener acceso al texto completo.

Resultados: Del total de 37.052 documentos encontrados en la primera fase de búsqueda se seleccionaron un total de 15 documentos

que cumplían con los criterios de inclusión. En la Figura 1, se recoge la caracterización de los documentos seleccionados en función del año de publicación y palabras clave.

Conclusiones: Los documentos sobre la Salud Oral en atletas que participan en Olimpiadas Especiales muestran un estado de salud bucodental inferior al resto de la población y ponen de manifiesto la necesidad de promover y fomentar programas de tratamiento y prevención para este grupo de población.

Palabras clave: Salud oral. Olimpiadas especiales. Higiene oral. Discapacidad intelectual.

012. Propuesta de canicross como herramienta de mejora para la salud de personas con síndrome de down

Tena-Calderón JÁ¹, Gamonales JM^{1,2}, Hernández-Beltrán V¹, Gámez-Calvo L¹, Muñoz-Jiménez J¹.

¹Universidad de Extremadura. ²Universidad Francisco de Vitoria. Majadahonda. Madrid.

Introducción: Las personas con síndrome Down pueden presentar una restricción en la participación en actividades físico-deportivas. Por otro lado, las terapias basadas en el contacto con animales se están desarrollando de manera significativa en las últimas décadas, incluyendo las que se desarrollan durante la práctica de actividades físicas. El presente trabajo pretende mostrar los beneficios de combinar actividad física de personas con Síndrome de Down con el contacto con animales, en concreto perros, puesto que no hay constancia de que se haya planteado con anterioridad.

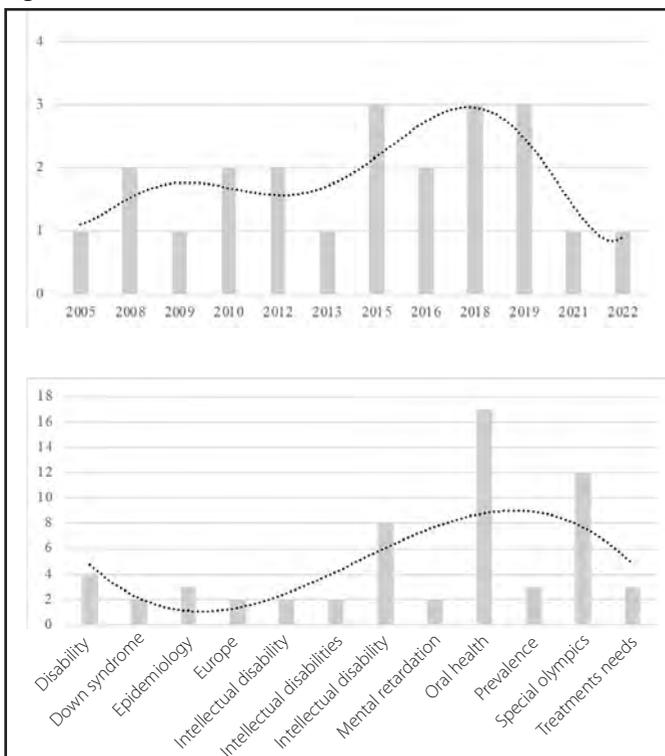
Material y método: El Canicross adaptado es una actividad terapéutica cuya finalidad es aumentar la motivación y participación en actividades físico-deportivas de las personas con síndrome Down. Gracias a la interacción con los perros, puede mejorar la estabilidad socioemocional, fomentando los sentimientos de empatía y respeto, junto con todos los beneficios de la práctica deportiva en el medio natural. Ayudaría a mejorar las capacidades físicas y a disminuir el estrés.

Resultados: La propuesta de adaptación del Canicross permite conocer a los profesionales de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte nuevos campos de actuación en la intervención de personas con síndrome Down, a través del contacto directo con los animales y el medio ambiente. Además, aporta un enfoque alternativo a las actividades convencionales.

Conclusiones: El programa de intervención planteado en este trabajo es muy aplicable. Combina la práctica deportiva del Canicross con las propiedades físicas y psicológicas de las actividades físicas acompañadas de animales, con la finalidad de dotar a las personas con síndrome Down de una mejor interacción social, habilidad corporal y control postural, además de permitir una mayor relación e interacción con el entorno y las personas que les rodean, que en definitiva, puede contribuir a mejorar su calidad de vida.

Palabras clave: Calidad de vida. Actividad física. Innovación deportiva.

Figura 1.



015. Efecto de natación a 38°C sobre respuesta motora y de estrés en ratones obesos C57BL/6J

Navarro MC, Martín-Cordero L, Otero E, Torres S, Gálvez I, Hinchado MD, Ortega E.

Grupo de Investigación en Inmunofisiología. Instituto Universitario de Investigación Biosanitaria de Extremadura (INUBE). Badajoz.

Introducción: La obesidad tiene asociada desregulaciones neuroendocrinas que frecuentemente subyacen en un estado de ansiedad/estrés, provocando, además, una peor respuesta de coordinación motora. La natación voluntaria en agua mineromedicinal hipertérmica podría ser utilizada como tratamiento no farmacológico para mejorar estos parámetros en individuos obesos. El objetivo de este estudio fue valorar el efecto de un protocolo de ejercicio de natación en agua mineromedicinal a 38°C sobre la capacidad motora y estado de estrés/ansiedad en un modelo murino de obesidad.

Material y método: Se utilizaron ratones C57BL/6J de 6-8 semanas de edad que realizaron un protocolo de dieta hiperlipídica durante 18 semanas. Las dos últimas semanas de dieta realizaron un programa de natación voluntaria en agua mineromedicinal a 38 °C, 30 minutos/día. Antes y después del protocolo fue evaluada la respuesta motora y el estado de estrés/ansiedad mediante pruebas comportamentales estandarizadas y validadas: prueba de la tabla, barra (respuesta motora), laberinto en cruz elevado, campo abierto y tablero de agujeros (respuesta de estrés/ansiedad).

Resultados: El protocolo de ejercicio mejoró la respuesta motora, observándose un aumento en el porcentaje de animales que llegaban al final de la tabla (50% vs. 90,9%, $p < 0,01$) o que realiza al menos 1 segmento (68,2% vs. 100%, $p < 0,01$) en dicha prueba. Por el contrario, aumentó el estado de estrés/ansiedad, reflejado en una disminución del tiempo que pasaban los animales en los brazos abiertos del laberinto en cruz (11,5 s. vs. 1,5s., $p < 0,05$) o la disminución de la deambulación interna realizada en la prueba del campo abierto (11,6 cuadrantes vs. 7 cuadrantes, $p < 0,05$), entre otros parámetros.

Conclusiones: El protocolo de natación a 38°C, aunque mejora la respuesta motora en animales obesos, empeora la de estrés/ansiedad, generando un aumento en los valores de ansiedad/estrés por ejercicio físico en ratones obesos, que ya parten de un estado más elevado en estos parámetros.

Palabras clave: Obesidad. Ejercicio. Natación. Estrés. Ansiedad. Respuesta motora.

025. Efectos de un programa mixto (marcha nórdica +entrenamiento inspiratorio) sobre condición física y composición corporal de adultos mayores activos: estudio piloto

Marco-Barriguete I¹, Roldán A^{1,2}, Monteagudo P^{2,3}, Monferrer-Marín J¹, y Blasco-Lafarga C^{1,2}.

¹Dpto. Educación Física y Deportiva. Universidad de Valencia. ²UIRFIDE (Unidad de Rendimiento Físico y Deportivo). Universidad de Valencia. ³Dpto. de Educación y Didácticas Específicas. Universidad Jaume I. Castellón.

Introducción: La marcha nórdica (MN) ha mostrado beneficios en amplitud y frecuencia del paso (1), condición física y calidad de vida (2) de los adultos mayores (AM). Sin embargo, se desconoce el efecto de combinar MN y entrenamiento inspiratorio, objeto de este piloto en un grupo de AM activos y sanos.

Material y método: Dieciocho AM fueron evaluados de composición corporal, fuerza inspiratoria dinámica y condición física (fuerza extremidad inferior: 5STS; fuerza prensil: HG; y aptitud cardiorrespiratoria: 200 m). El programa duró 7 semanas (MN supervisada: 3 sesiones/semana de 60min; al menos 7 de trabajo respiratorio autónomo, seguido con planillas). Trece AM (71,61±6,48 años, 11 mujeres) superaron el 70% de adherencia a las sesiones de MN. Se compararon medias para muestras relacionadas (prueba T o Wilcoxon) y se calcularon los deltas (Δ %).

Resultados: Masa grasa ($\Delta:0,05$), índice cintura-cadera (ICC; $\Delta:0,03$) y aptitud cardiorrespiratoria ($\Delta:6,32$) mejoraron significativamente ($p < 0,05$).

Conclusiones: Siete semanas de entrenamiento fueron suficientes para mejorar la aptitud cardiorrespiratoria de estos AM, que a pesar de ser activos presentaban presión arterial e IMC elevados, e ICC de riesgo cardiovascular (3) al inicio de la intervención. Incidir en el aprendizaje técnico de la MN (4) junto al trabajo respiratorio pudo potenciar sus beneficios. Al acabar la intervención, los AM presentaron valores de fitness superiores a grupos similares (5), y fuerza en la media para su grupo de edad (7,8). Nuevos estudios deben analizar la ausencia de cambios significativos en fuerza, pues mejorar la técnica implica mayor uso del tren superior (9), pero debe reducir la fuerza de prensión al andar. Igualmente, los bastones pueden reducir el efecto de los impactos y la carga sobre miembros inferiores (10) mejorando la aptitud cardio-respiratoria en base a otros parámetros.

Palabras clave: Envejecimiento activo. Entrenamiento técnico. Fuerza. Velocidad de la marcha.

Fisiología Esfuerzo-COVID deporte-Biomecánica / Exercise Physiology-COVID Sport-Biomechanics

013. ¿Es fiable la medición ecográfica de la vena cava inferior para monitorizar la deshidratación?

Ucin J, Esnal H, Tramullas A.

Erronka Kirol Medikuntza. Zumaia. Gipuzkoa.

Introducción: Pese a tener consecuencias muy importantes en la salud y el rendimiento de los deportistas, los métodos actuales no han demostrado ser fiables para la monitorización de la deshidratación. En la práctica clínica se han relacionado diferentes parámetros de la vena cava inferior (VCI), medida por ecografía, con los cambios de la volemia. Nuestra hipótesis fue que la medición de estos parámetros se relacionaba con el porcentaje de pérdida de peso corporal y, por tanto, con la deshidratación.

Material y método: Se realizó un estudio prospectivo en un equipo ciclista profesional durante la Vuelta a España de 2022. Se obtuvieron imágenes ecográficas de la VCI en el eje largo del plano subxifoideo antes y después de cada etapa. Se midió el diámetro mínimo y máximo de la VCI tras un ciclo respiratorio y se calculó el índice de colapsabilidad. También se registraron los pesos corporales antes y después de cada etapa.

Resultados: En total se analizaron 48 mediciones. De media los corredores perdieron 1,4% del peso corporal (IC 95% -0,93; -1,85). Los ciclistas que perdieron más del 1,4% del peso corporal presentaron un mayor cambio en el diámetro inspiratorio y espiratorio que aquellos que perdieron menos del 1,4% (-6,3 mm vs -2,3 mm diámetro inspiratorio, p 0,04; -2,3 mm vs -0,16 mm diámetro espiratorio, p 0,03). Mientras que el índice de colapsabilidad después de la etapa no mostró cambios significativos en los dos grupos (0,62 vs 0,45; p 0,054), la diferencia del índice de colapsabilidad antes y después de la etapa fue mayor en los ciclistas que perdieron más peso (0,28 vs 0,06; p 0,03).

Conclusiones: A falta de más estudios, la medición ecográfica de la VCI parece ser una medida fiable, directa, rápida y reproducible para la monitorización de la hidratación en deportistas de resistencia.

Palabras clave: Hidratación. Ecografía. Vena cava inferior. Deporte de resistencia.

016. Comparación de la respuesta inflamatoria y niveles de actividad física según el patrón de gravedad por la infección por SARS-CoV2

Tapia G^{1,2}, Díaz A, Marambio H², Tuñón M¹, Castro M¹, Zbinden H^{1,2}.

¹Universidad Finis Terrae. ²Centro de Salud Deportiva. Clínica Santa María.

Introducción: En todo el mundo, la salud y la calidad de vida de millones de personas se han visto afectadas por la pandemia de la

enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19). Varios factores están asociados con un mayor riesgo de hospitalización y mortalidad en pacientes con COVID-19. Estos factores tienen un estado subyacente de inflamación crónica de bajo grado asociado con la gravedad de la enfermedad. Las vías de señalización del receptor Toll Like 4 (TLR4) desempeñan un papel crucial en la producción de citoquinas inflamatorias y pueden ser altamente reguladas por la actividad física. El objetivo de este estudio fue comparar las vías de inflamación, citoquina anti y pro inflamatorias y los niveles de actividad física, según el patrón de gravedad de la infección por SARS-CoV2.

Material y método: 18 pacientes COVID-19 (9 fueron hospitalizados y 9 requirieron cuarentena), se les extrajo una muestra sanguínea para la cuantificación de citoquinas anti y proinflamatorias mediante ELISA, extracción de células mononucleares periféricas de la sangre para realizar Western-Blot y también se realizó cuestionario internacional de actividad física (Ipaq).

Resultados: Los pacientes hospitalizados tienen mayor IL-1Ra comparado a los que realizaron cuarentena, además de niveles más bajo de expresión de TLR4. También, los pacientes hospitalizados tienen menores niveles de actividad física moderada vigorosa (MVPA) y tienden a menor niveles actividad vigorosa (VPA).

Conclusiones: Los pacientes COVID-19 hospitalizados tenían menores niveles de actividad física previa a la infección por SARS-CoV2, además poseen una respuesta menor a la expresión de TLR4 y mayor producción de IL-1Ra.

Palabras clave: Covid-19. Actividad física. Inflamación.

017. Edema pulmonar intersticial en ciclistas profesionales durante una gran vuelta

Ucin J, Esnal H, Tramullas A.

Erronka Kirol Medikuntza. Zumaia. Gipuzkoa.

Introducción: El edema pulmonar intersticial (EPI) inducido por el ejercicio ha sido descrito anteriormente en deportistas de resistencia como una entidad subclínica y con rápida resolución. El objetivo fue describir por primera vez la incidencia del EPI, su gravedad y el tiempo de resolución en ciclistas profesionales durante una Gran Vuelta.

Material y método: Se realizó un estudio prospectivo en un equipo ciclista profesional durante la Vuelta a España de 2022. Se obtuvieron imágenes ecográficas pulmonares en busca de artefactos en cola de cometa determinantes de EPI antes y después de cada etapa. Se determinó la gravedad en leve, moderada o grave en función de la cantidad de artefactos en cola de cometa detectados (5-15 leve; 15-30 moderado; >30 grave).

Resultados: De los 8 ciclistas que participaron en el estudio, 6 desarrollaron EPI en algún momento (75%). 2 ciclistas lo desarrollaron de una forma leve (33,3%), 3 llegaron a presentarlo de forma moderada (50%) y 1 de forma grave (16,6%). De las 306 exploraciones realizadas, 243 fueron normales (79,4%). En 63 ocasiones se encontró algún grado de edema pulmonar (20,6%), siendo 41 leves (65%), 20 moderados (31,8%) y 2 graves (3,2%). Los ciclistas que presentaron EPI antes de la etapa tuvieron significativamente un mayor riesgo de seguir padeciéndolo que aquellos que no lo presentaron a la mañana (RR 5,75; IC95% 2,02-16,36).

Conclusiones: La aparición del EPI es común en los ciclistas durante una Gran Vuelta. Además, en aquellos casos en que no se recupera antes de la próxima etapa, es más probable que sigan padeciéndolo. Aunque quede por determinar las implicaciones que puede tener el EPI en la salud, recuperación y rendimiento de los ciclistas, cobran gran importancia las medidas a tomar después de las etapas y durante los días de descanso, con el objetivo de reducir su incidencia.

Palabras clave: Edema pulmonar intersticial. Ejercicio. Artefacto en cola de cometa. Deportistas de resistencia.

018. Concentraciones de elementos traza tóxicos en deportistas: diferencias entre sexos

Robles-Gil M, Toro V, Bartolomé I, Muñoz D, Maynar M.

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

Introducción: El cadmio (Cd) y el plomo (Pb) son elementos tóxicos para el organismo humano. Aunque es creciente el número de estudios que abordan cómo el ejercicio físico afecta a las concentraciones de estos elementos, son casi inexistentes los trabajos que analizan qué ocurre en población deportiva femenina.

Material y método: Por ello, planteamos como objetivo analizar las diferencias en las concentraciones de Cd y Pb en deportistas de ambos sexos.

Un total de 138 futbolistas, divididos por sexo (masculino (M) n=68; 20,61±2,66 años y femenino (F) n=70; 23,37±3,95 años) participaron en el presente estudio. Se evaluaron la composición corporal, la ingesta nutricional y la condición física. Se determinaron las concentraciones de Cd y Pb, mediante espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), en diferentes matrices biológicas (orina, plasma y eritrocito). Posteriormente, se realizó análisis estadístico comprobándose la normalidad de las muestras y aplicándose el T-Test para muestras independientes.

Resultados: En cuanto a los resultados, se observan diferencias entre sexos en la ingesta de energía total (M 1796,0±420,1 kcal/día vs F 1.531,3±521,6 kcal/día, p<0,05), sin encontrarse diferencias significativas en la ingesta de Cd y Pb. Respecto al Cd, el grupo femenino presentó mayores concentraciones en plasma (M 0,08±0,03 µg/L vs F 0,43±0,29 µg/L, p<0,05), eritrocitos (M 2,03±1,04 µg/L vs F 2.63±1.62 µg/L, p<0,05) y plaquetas (M 0,51±0,19 µg/L vs F 0,69±0,51 µg/L, p<0,05). En cuanto al Pb, las deportistas mostraron mayores concentraciones en plasma (M 0,34±0,14 µg/L vs F 0,52±0,51 µg/L, p<0,05) y plaquetas

(M 5,86±1,26 µg/L vs F 6,93±2,25 µg/L, p<0,05), en comparación con el grupo masculino.

Conclusiones: Podemos concluir que a pesar de presentar ingestas similares, las concentraciones de Cd y Pb son diferentes entre hombres y mujeres deportistas. Estas diferencias nos hacen pensar que el metabolismo de estos elementos tóxicos se ve influenciado por el sexo en sujetos deportistas.

Palabras clave: Elementos tóxicos. Deportistas. Mujeres.

023. Análisis biomecánico en el cheerleading de la técnica de lanzamiento directo a una mano "cupie"

Rodríguez L^{1,2}, Niño O¹, Romero H¹, Sierra J¹, Perea I², Fleitas I³.

¹Universidad de Cundinamarca. Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física. Colombia. Centro de Investigación en Actividad Física, Ejercicio y Deporte (CAFED). ²Fundación Universitaria del Área Andina. Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Colombia. Grupo de Investigación y Medición en Entrenamiento Deportivo (IMED). ³Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte UCCFD Manuel Fajardo. Cuba.

Introducción: En cheerleading se realizan técnicas de alto riesgo para sistemas óseo y muscular, perjudicando articulaciones y musculatura involucrada para los deportistas. Se pretende analizar ejecución del gesto de cupie para determinar variables de riesgos de lesión.

Material y método: Se estudiaron 13 cheerleaders de alto rendimiento de Selección Colombia, 8 hombres (28,1 ± 5,6 años) 5 mujeres (28,20 ± 6,2 años). Se determinan 5 fases de estudio (inicial, ascenso, permanencia, descenso y final). Se hace observación miocinematica subjetiva de los músculos inmersos en el movimiento. Se graban planos frontal y sagital, para análisis en Kinovea versión 0.9.5. Se localizan puntos anatómicos de referencia en ejes X y Y. Se procesan datos con software SPSS Statistics V22.

Resultados: Se obtuvieron datos de tiempo (2,59 ± 0,22s), distancia (2,89 ± 0,22 m), velocidad media (1,69 ± 0,12m/s) velocidad máxima promedio (4,60 ± 0,66m/s), aceleración media (-0,93 ± 1,39m/s²), aceleración positiva (6,55 ± 0,87m/s²) y máxima desaceleración promedio (-17,9 ± 3,09 m/s²); en flyer. Se determina en flyers índice de correlación (r= 0,72) entre peso y distancia recorrida en (51,7%) de ellas. A su vez (r= -0,51) entre porcentaje muscular y aceleración media. Se infiere subjetivamente la musculatura involucrada en el gesto.

Conclusiones: Se determina alto índice de velocidad máxima antes que flyer llegue al suelo con máxima desaceleración cuando talón impacta contra el piso afectando probablemente tobillo y tejidos que lo componen. Entre más peso de flyer mayor distancia total recorrida al tener IMC bajo y porcentaje de masa muscular adecuado y a su vez mayor aceleración media. Se requiere metodologías de fortalecimiento en articulaciones de cadera, rodilla y tobillo al declararse factor de riesgo de lesión por repetición de fuertes impactos contra el suelo. Se construye protocolo de análisis biomecánico para la acrobacia en estudio y como propuesta para futuras investigaciones en este deporte.

Palabras clave: Cheerleading. Cupie. Análisis biomecánico.

024. Comparación de efectos hipotensores en única sesión de ejercicios aeróbicos, anaeróbicos y mixtos en bicicleta

Niño O¹, Ortega G¹, Hernández C¹, Maldonado R¹, Amaya J¹, Reina J², Peña C³, Rodríguez L¹.

¹Universidad de Cundinamarca. Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física. Colombia. Centro de Investigación en Actividad Física. Ejercicio y Deporte (CAFED). ²Corporación Universitaria Minuto de Dios. Colombia. Grupo de Investigación Cuerpo, Deporte y Recreación (GICDER). ³Fundación Universitaria del Área Andina. Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Colombia. Grupo de Investigación y Medición en Entrenamiento Deportivo (IMED).

Introducción: La hipotensión posterior al ejercicio físico se ha evaluado en distintos ejercicios e intensidades de forma separada, sin embargo, es necesario seguir ahondando en este tema para lograr una adecuada dosificación del ejercicio físico en busca de la salud.

Material y método: Estudiantes de educación física, hombres sanos y físicamente activos, aleatorizados para conformar dos grupos; el grupo 1 (22,9±1,44 años) realizó un ejercicio incremental para determinar las intensidades de trabajo, posteriormente, ejercicios de predominancia aeróbica; al 50%, 55% y 60%. El grupo 2 (23,2±2,21 años) ejercicios de predominancia anaeróbica; Wingate, ejercicios de alta intensidad y corta duración y el test de umbral de potencia funcional. Los ejercicios se realizaron en el laboratorio de fisiología del ejercicio en bicicleta estática con medición de tensión arterial, vatios, frecuencia cardíaca y escala de Borg, además, monitorización antes, durante y después de hasta 60 minutos de descanso.

Resultados: al comparar la tensión arterial sistólica en reposo frente a la tensión arterial en descanso (10-60 minutos), todos los ejercicios con sus intensidades evidenciaron diferencias significativas entre el minuto 30-60 del descanso, y, en especial al 60%; minuto 20 con -12,9 mmHg y $p = 0,001$, minuto 30 con -13,5 mmHg y $p = 0,001$, minuto 40 con -14,4 mmHg y $p = 0,001$, minuto 50 con -16,5 mmHg y $p = 0,001$, y minuto 60 con -15,5 con $p = 0,001$.

Conclusiones: El ejercicio físico en bicicleta estática al 60% de la carga, determinada a través de un ejercicio incremental, tiene efectos hipotensores agudos, evidenciando los mayores valores de cambio, frente a otros ejercicios de predominancia aeróbica y anaeróbica a diferentes intensidades, de esta forma, para lograr una adecuada dosificación de las intensidades del ejercicio físico en busca de la salud, se deben plantear entrenamientos con adecuados métodos de determinación de la intensidad a trabajar, así como mecanismos de control y seguimiento.

Palabras clave: Hipotensión. Ejercicio en bicicleta. Tipos de ejercicios.

026. Recuperación de la lesión renal inducida por dos modalidades de ejercicio físico

Coca A¹, González P¹, Toribio B¹, Bustamante M¹, Rollán MJ¹, Andrés M², Marcos H³, Bustamante E⁴.

¹Servicio de Nefrología, Hospital Clínico Universitario de Valladolid. ²Centro Regional de Medicina Deportiva, Valladolid. ³Servicio de Análisis Clínicos, Hospital Clínico Universitario de Valladolid. ⁴Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

Introducción: El ejercicio físico extremo puede causar lesión renal aguda. Entre los factores que pueden facilitar esta lesión se encuentra hidratación insuficiente, la reducción de flujo plasmático renal o la lesión parenquimatosa causada microtraumatismos. Pese a los mecanismos propuestos, el proceso y la rapidez con la que dicho daño se recupera no han sido adecuadamente descritos.

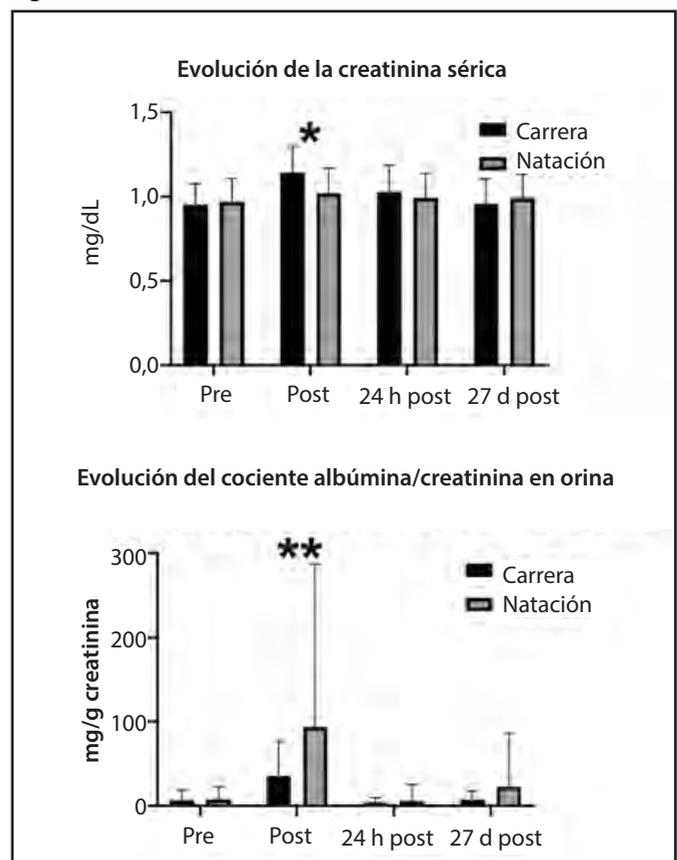
Material y método: Incluimos una muestra de 40 voluntarios sanos. Los participantes realizaron dos pruebas físicas (carrera continua 10 km, en adelante "carrera", y natación 1.5km, en adelante "natación"). Ambas pruebas se separaron entre sí al menos 14 días. Se obtuvieron muestras de sangre y orina inmediatamente antes (Pre) y después (Post), así como 24 h y 7 días tras las pruebas. Se obtuvo consentimiento informado de todos los participantes. El proyecto fue financiado por la Consejería de Sanidad, Junta de Castilla y León (GRS1732/A/18).

Resultados: La mediana de edad de los participantes fue de 33 años. Un 35% de los atletas eran mujeres. La media del índice de masa corporal en la muestra fue de 23.1 ± 2.3 kg/m². La duración media de la carrera continua fue de 48 ± 6 minutos, mientras que en el caso de la natación fue de 36 ± 9 minutos.

La Figura 1 resume la evolución de las cifras de creatinina sérica y cociente albúmina/creatinina urinaria.

La carrera provocó un mayor aumento en la creatinina sérica en comparación con la natación. Ésta, sin embargo, parece inducir un aumento mayor del cociente albúmina/creatinina urinaria, aunque dicha diferencia no alcanzó significación en comparación con la carrera.

Figura 1.



Conclusiones: Ambas pruebas asociaron cambios en la función renal que se corrigieron en las primeras 24h, no mostrando cambios transcurridos 7 días después. Los resultados parecen sugerir que, inde-

pendientemente del tipo de afectación renal inducida por el ejercicio, ésta se recupera completamente en un plazo de tiempo muy corto.

Palabras clave: Función renal. Proteinuria. Recuperación.

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

Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

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

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

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

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

Envío de manuscritos

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

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

Después se escribirá el texto del trabajo y la bibliografía.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Las citas bibliográficas se expondrán del modo siguiente:

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

Ética

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

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

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

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.

Entrenamiento de la Musculatura Inspiratoria (IMT)

POWERbreathe®



Rangos de Resistencia ajustables, válidos para el Entrenamiento de Fuerza

Modelos Classic

CARGA (CmH₂O)

MODELO	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7	NIVEL 8	NIVEL 9
Classic Medic	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Classic Salud (LR)	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Classic Deporte (MR)	10	30	40	70	90	110	130	150	170
Classic Competición (HR)	10	40	70	100	130	160	190	220	250



Modelos Plus

CARGA (CmH₂O)

MODELO	NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 5	NIVEL 5	NIVEL 6	NIVEL 7	NIVEL 8	NIVEL 9	NIVEL 10
Plus Medic	9	16	23	29	36	43	50	57	64	71	78
Plus Salud (LR)	17	25	33	41	49	58	66	74	82	90	98
Plus Deporte (MR)	23	39	55	72	88	104	121	137	153	170	186
Plus Competición (MR)	29	53	78	102	127	151	176	200	225	249	274

