

Archivos de medicina del deporte

Organo de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

ISSN: 0212-8799

216

Volumen 40 (4)
Julio - Agosto 2023



ORIGINALES

Perfil de rendimiento de regatistas de élite de clase ILCA. Diferencias entre hombres y mujeres

A systematic review on the application of Aikido as a psychosomatic tool in therapeutic setting (Part I)

A systematic review on the application of Aikido as a psychosomatic tool in therapeutic setting (Part II)

Evaluación del consumo máximo de oxígeno pre y post COVID-19 en futbolista de élite en Argentina

Hemodynamic and motion demands of soccer referees: a comparison between series A and B of the State Championship of Rio de Janeiro, Brazil

Funcionalidad y fuerza de aductores en jugadores de hockey sobre patines de alto nivel





UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia

Campus de los Jerónimos,
Nº 135 Guadalupe 30107

(Murcia) - España

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



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



Sociedad Española de Medicina del Deporte

Junta de Gobierno

Presidente

Miguel Enrique del Valle Soto

Vicepresidente

Gonzalo María Correa González

Secretario General

Luis Franco Bonafonte

Tesorero

Javier Pérez Ansón

Vocales

Ostaiska Eguia Lecumberri

Francisco Javier Rubio Pérez

M^{ra} 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. **Maria Cascais.** Presidenta de la Sociedade Portuguesa de Medicina Desportiva. Lisboa (Portugal). **Ana Cintrón-Rodríguez.** Puerto Rico. Departamento de Medicina Física y Rehabilitación VA Caribbean Healthcare System. San Juan. Puerto Rico. **Nicolas Christodoulou.** President of the UEMS MJC on Sports Medicine. Chipre. **Demitri Constantinou.** University of the Witwatersrand. 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.** Director de la Escuela de Cardiología de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. España. **Nicola Maffully.** Universidad de Salerno. Salerno. Italia. **Alejandro Martínez Rodríguez.** Universidad de Alicante. España. **Estrella Núñez Delicado.** Universidad Católica San Antonio. Murcia. España. **Sakari Orava.** Hospital Universitario. Universidad de Turku. Finlandia. **Eduardo Ortega Rincón.** Universidad de Extremadura. España. **Nieves Palacios Gil-Antuñano.** Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deportes. España. **Antonio Pelliccia.** Institute of Sport Medicine and Science. Italia. **Fabio Pigozzi.** University of Rome Foro Italico, President FIMS. Italia. **Yannis Pitsiladis.** Centre of Sports Medicine. University of Brighton. Inglaterra. **Per Renström.** Stockholm Center for Sports Trauma Research, Karolinska Institutet. Suecia. **Juan Ribas Serna.** Universidad de Sevilla. España. **Peter H. Schober.** Medical University Graz. Austria. **Jordi Segura Noguera.** Presidente Asociación Mundial de Científicos Antidopajes (WAADS). España. **Giulio Sergio Roi.** Universidad de Bolonia. Italia. **Luis Serratos Fernández.** Jefe del Servicio de Rehabilitación, Fisioterapia y Medicina del Deporte del Hospital Universitario Quirón Madrid. España. **Nicolás Terrados Cepeda.** Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias. Universidad de Oviedo. España. **José Luis Terreros Blanco.** Director de la Agencia Estatal Comisión Española para la Lucha Antidopaje en el Deporte. CELAD. **Rosa Ventura Alemany.** Directora del Laboratorio Antidopaje de Cataluña (IMIM). **Mario Zorzoli.** International Cycling Union. Suiza. **Petra Zupet.** IMS Institute for Medicine and Sports. Liubliana. Eslovenia.



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



Archivos

de medicina del deporte

Volumen 40(4) - Núm 216. Julio - Agosto 2023 / July - August 2023

Sumario / Summary

Editorial

El reconocimiento médico de aptitud deportiva, ¿realidad o ficción?
The medical examination of sports aptitude, reality or fiction?

Gonzalo Correa González191

Originales / Original articles

Perfil de rendimiento de regatistas de élite de clase ILCA. Diferencias entre hombres y mujeres
Performance profile of elite ILCA class sailors. Differences between men and women

Aarón Manzanares, Alberto Encarnación-Martínez, Ion Chicoy-García, Francisco Segado 194

A systematic review on the application of Aikido as a psychosomatic tool in therapeutic setting (Part I)

Una revisión sistemática sobre la aplicación del Aikido como una herramienta psicósomática en sectores terapéuticos (Parte I)

Sebastián Gómez-Lozano, María Antonia Hurtado-Guapo, Clare Kelly-Lahon, Jesús Arce-Moreno, Kiko León, Alfonso Vargas-Macías 200

A systematic review on the application of Aikido as a psychosomatic tool in therapeutic setting (Part II)

Una revisión sistemática sobre la aplicación del Aikido como una herramienta psicósomática en sectores terapéuticos (Parte II)

Sebastián Gómez-Lozano, María Antonia Hurtado-Guapo, Clare Kelly-Lahon, Jesús Arce-Moreno, Kiko León, Alfonso Vargas-Macías 208

Evaluación del consumo máximo de oxígeno pre y post COVID-19 en futbolista de élite en Argentina

Evaluation of maximum oxygen consumption pre and post COVID-19 in elite soccer player from Argentina

Martin Fernando Bruzzese, Nelio Eduardo Bazán, Nicolás Antonio Echandía, Gastón Cesar Garcia217

Hemodynamic and motion demands of soccer referees: a comparison between series A and B of the State Championship of Rio de Janeiro, Brazil

Las demandas hemodinámicas y de movimiento de los árbitros de fútbol: una comparación entre las series A y B del Campeonato Estatal de Río de Janeiro, Brasil

Leandro de Lima e Silva, Rodrigo Gomes de Souza Vale, Eduardo Borba Neves, Juliana Brandão Pinto de Castro, Erik Salum de Godoy, Jurandir Baptista da Silva, Magna Leilane Silva, Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes 222

Funcionalidad y fuerza de aductores en jugadores de hockey sobre patines de alto nivel

Function and adductor strength in high level rink hockey players

Marcos Quintana-Cepedal, Yolanda Pedrero-Martin, Omar de la Calle, María Medina-Sánchez, Miguel del Valle, Hugo Olmedillas 229

Libros / Books 235

Normas de publicación / Guidelines for authors 236

El reconocimiento médico de aptitud deportiva, ¿realidad o ficción?

The medical examination of sports aptitude, reality or fiction?

Gonzalo Correa González

Especialista en medicina de la educación física y el deporte. Vicepresidente sociedad española medicina deporte. Médico asistencial Fremap. Médico asistencial mutualidad futbolistas españoles. Experto en ecografía musculoesquelética. Máster traumatología deporte UCAM.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00134

Se define reconocimiento médico para la aptitud deportiva como aquella inspección o examen que realiza el médico al deportista con el objetivo de determinar si es apto para la práctica deportiva o si presenta algún tipo de contraindicación para la misma.

Parece obvio que existe la necesidad de realizar algún tipo de investigación médica sobre el estado de salud del deportista, previo a realizar cualquier actividad física regular, con el fin de detectar patologías que puedan producir lesión o daño durante la práctica deportiva, y en especial para prevenir los episodios de muerte súbita que causan un irreparable impacto personal, social y mediático.

La muerte súbita en el deporte se debe en gran medida a enfermedades y anomalías cardiovasculares y se ha generado una gran cantidad de literatura científica destinada a conocer los diversos aspectos que caracterizan esas muertes y las medidas que se deben adoptar para evitar o disminuir su incidencia.

Es indudable que la estrategia más importante y efectiva en la prevención de la muerte súbita en el deporte es la realización de reconocimientos médico deportivos destinados a comprobar la aptitud para la práctica deportiva. Gracias a ello podemos conocer al deportista y realizar el despistaje de enfermedades cardiovasculares que pudieran provocar episodios indeseados.

Existe una gran cantidad de trabajos polarizados entre los criterios europeos y estadounidenses, que centran sus diferencias más notables en el coste económico de los reconocimientos, en la necesidad de su aplicación a todos los deportistas y, el aspecto más controvertido, en la inclusión del electrocardiograma de reposo entre sus contenidos.

Tomando en consideración el principal documento europeo de referencia, que es el consenso de diversos grupos de la sociedad europea de cardiología, se promueve la puesta en marcha de un protocolo común europeo de despistaje, que incluye un ECG de 12 derivaciones a todos los individuos que realizan ejercicio intenso regular, tras propor-

narles la información adecuada respecto a sus beneficios y limitaciones, y en aquellos que presenten riesgo cardiovascular (por enfermedad ateromatosa) moderado, alto o muy alto, o una edad biológica superior a los 35 años, la realización de un ECG de esfuerzo.

En España, la Ley de protección de la salud del deportista y lucha contra el dopaje en la actividad deportiva, modificada por el Real Decreto-Ley 3/2017, de 17 de febrero, dispone que se establecerá una política efectiva de protección de la salud de los deportistas y de las personas que realizan deporte. Entre las medidas específicas mínimas previstas, se determina la obligación de efectuar reconocimientos médicos con carácter previo a la expedición de la correspondiente licencia federativa en aquellos deportes en que se considere necesario para una mejor prevención de los riesgos para la salud de sus practicantes. Se tendrán en cuenta determinados aspectos en función de las características de la modalidad deportiva, del esfuerzo y demás condiciones físicas que exija la práctica del deporte, de las condiciones ambientales en que se practique y de las necesidades específicas de mujeres y hombres, menores de edad y personas con discapacidad; todo ello con la intención de proteger la salud del deportista.

En la actualidad el reconocimiento médico deportivo parece estar entre la realidad y la ficción...

Por un lado, desde el punto de vista médico-legal sabemos qué se debe hacer (contenido mínimo del reconocimiento), quien lo debe realizar (profesional médico formado específicamente), cuando (cada cuanto tiempo, periodicidad) y a quien (deportistas federados y no federados con práctica semanal moderada), esta es la realidad.

Por otro lado, desde el punto de vista práctico lo que ocurre es más bien propio de la ficción...

En pretemporada y previo a emisión de licencia federativa surgen las necesidades de reconocimientos médicos en muchas disciplinas deportivas; suele haber cierta urgencia en su realización por parte de

las entidades/clubes/asociaciones/federaciones... pero casi siempre hay un denominador común, realizarlo al menor coste posible.

Son muchas las federaciones deportivas que no exigen haber pasado un reconocimiento médico de aptitud deportiva previo a emisión de licencia federativa, y las que lo exigen y depende de ellas el coste del mismo, tratan de hacer "malabares" para ahorrar; tal es así que se llega a proponer un modelo de reconocimiento médico deportivo realizado en varias visitas... con el consiguiente deterioro de la calidad e integración de información clínica que entiendo repercute negativa y finalmente en el deportista.

En primer lugar, un médico realizador habitualmente no especialista en medicina deportiva ni con formación específica en la realización de reconocimientos médicos hace la exploración clínica y anamnesis.

En segundo lugar, se registra un ECG de reposo de 12 derivaciones por personal de enfermería.

En tercer y último lugar la interpretación telemática por médico especialista del resultado ECG que no ve al paciente/deportista en ningún momento; todo ello con la finalidad del ahorro económico.

Tales actuaciones no están recomendadas por las sociedades científicas en sus documentos de consenso y aunque puedan estar dentro del marco legal, nunca deberían llegar a ser más que parte de la ficción.

Invito a las entidades/clubes/asociaciones/federaciones a la reflexión profunda sobre la importancia del reconocimiento médico de aptitud deportiva y a cumplir las recomendaciones de los documentos de consenso disponibles para tal fin.

Nuestro primordial interés siempre debe ser el cuidado de la salud de nuestros pacientes/deportistas.

Bibliografía recomendada

- Manonelles P. *et al.* Reconocimientos médicos para la aptitud deportiva. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Arch Med Deporte*. 2017;34(Supl. 1):9-30.
- Mont L, Pelliccia A, Sharma S, Bi A, Borjesson M, Brugada Terradellas J, *et al.* Preparticipation cardiovascular evaluation for athletic participants to prevent sudden death: position paper from the EHRA and the EACPR, branches of the ESC. Endorsed by APHRS, HRS, and SOLAECE. *Eur J Prev Cardiol*. 2017;24:41-69.
- Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. Scientific statement. American Heart Association. *Med Sci Sports Exercise*. 1996;28:1445-52.
- Pons C. Actividad deportiva en sujetos mayores de 35 años. Mínima valoración cardiológica recomendada. (Declaración de la Fédération Internationale de Médecine du Sport (F.I.M.S.)). En: FEMEDE editor. Declaraciones de consenso FEMEDE. Pamplona; 1997.
- Ley Orgánica 3/2013, de 20 de junio, de protección de la salud del deportista y lucha contra el dopaje en la actividad deportiva. *BOE* n.º 148, de 21 de junio de 2013. p. 46652-99.
- Real Decreto-Ley 3/2017, de 17 de febrero, por el que se modifica la Ley Orgánica 3/2013, de 20 de junio, de protección de la salud del deportista y lucha contra el dopaje en la actividad deportiva, y se adapta a las modificaciones introducidas por el Código Mundial Antidopaje de 2015. *BOE* n.º 42, de 18 de febrero de 2017. p. 11038-69.
- Manonelles P, Aguilera B, Boraita A, Luengo E, Pons C, Suárez MP. Utilidad del electrocardiograma de reposo en la prevención de la muerte súbita del deportista. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte*. 2007;24:159-68.
- Manonelles Marqueta P, Alacid Cárceles F, Álvarez Medina J, De Teresa Galván C, Del Valle Soto M, Gaztañaga Aurrekoetxea T, *et al.* Recomendaciones para un deporte recreacional saludable. Guía para práctica deportiva recreacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Arch Med Deporte*. 2015;32:275-80.
- Manonelles Marqueta P, De Teresa Galván C, coordinadores. Deporte recreacional saludable. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Arch Med Deporte*. 2016;33(Supl 2):8-40.
- Manonelles P. Reconocimientos médicos para la aptitud deportiva: ¿qué es lo que tiene que decir el especialista en medicina de la educación física y el deporte? *Arch Med Deporte*. 2009;26:331-3.

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.



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



Índice

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

Índice

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

Información: www.feme de.es

Perfil de rendimiento de regatistas de élite de clase ILCA. Diferencias entre hombres y mujeres

Aarón Manzanares¹, Alberto Encarnación-Martínez², Ion Chicoy-García¹, Francisco Segado¹

¹Faculty of Sport. UCAM Universidad Católica de Murcia. Murcia. ²Faculty of Physical Activity and Sport Sciences. Department of Physical and Sports Education. Universidad de Valencia. Valencia.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00135

Recibido: 15/11/2022
Aceptado: 20/12/2022

Resumen

En la vela deportiva, tres son los pilares fundamentales del rendimiento de los regatistas de vela ligera (condición física, capacidad cognitiva y material). Uno de los momentos determinantes en una regata de vela ligera individual es la navegación en el rumbo de ceñida, ya que requiere de los regatistas una alta demanda física, para llevar la embarcación plana y tomar las mejores decisiones según las condiciones tácticas de la regata. El objetivo de la investigación es (i) analizar el rendimiento de regatistas de élite sobre la posición de sacar cuerpo en una situación dinámica de navegación virtual. (ii) medir la fatiga muscular del tren inferior en la acción de sacar cuerpo. La muestra fueron 10 regatistas de la clase Ilca de navegación y pertenecientes a los equipos olímpicos de las selecciones nacionales de Noruega, México y España, 6 de ellos hombres ($M_{\text{edad}}=31,67$, $SD_{\text{edad}}=6,861$) y 4 mujeres, ($M_{\text{edad}}=30,50$, $SD_{\text{edad}}=4,655$). El protocolo de fatiga estuvo compuesto por un test estático y un test dinámico de la posición de sacar cuerpo. Ambos test miden el esfuerzo de los regatistas hasta la fatiga extrema o hasta perder la posición. El test se realizó en el simulador de vela vSail-Trainer®, el cual permite reproducir condiciones reales de navegación y muestra los datos sobre variables de control de la embarcación. Los resultados obtenidos muestran diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de mujeres y hombres sobre la velocidad de la embarcación ($p=0,039$), distancia navegada ($p<0,001$) y *hiking* ($p=0,002$). Existen diferencias estadísticamente significativas en la potencia del tren inferior pre y post test de fatiga. Esto no lleva a concluir que el simulador es una herramienta válida para valorar la fatiga de forma específica en regatistas de clase Ilca.

Palabras clave:

Regatistas olímpicos. Clase Ilca. Test de fatiga. Simulador de vela.

Performance profile of elite ILCA class sailors. Differences between men and women

Summary

In sport sailing, there are three fundamental pillars of performance for dinghy sailors (physical condition, cognitive ability and equipment). One of the decisive moments in a single-handed dinghy race is sailing upwind, as it requires a high physical demand from the sailors to keep the boat flat and make the best decisions according to the tactical conditions of the race. The objective of the research is (i) to analyze the performance of elite sailors on the hiking position in a dynamic virtual sailing situation and (ii) to measure the lower body muscle fatigue in the hiking action. The sample consisted of 10 sailors from the Ilca sailing class and belonging to the Olympic teams of the Norwegian, Mexican and Spanish national teams, 6 of them men ($M_{\text{age}}=31.67$, $SD_{\text{age}}=6.861$) and 4 women, ($M_{\text{age}}=30.50$, $SD_{\text{age}}=4.655$). The fatigue protocol consisted of a static test and a dynamic test of the sac body position. Both tests measure the sailors' effort up to extreme fatigue or loss of position. The test was performed on the vSail-Trainer® sailing simulator, which allows to reproduce real sailing conditions and displays data on boat control variables. The results obtained show statistically significant differences between the group of women and men on boat speed ($P=0.039$), distance sailed ($P<0.001$) and hiking effort ($P=0.002$). There are statistically significant differences in lower body power pre and post fatigue test. This does not lead to the conclusion that the simulator is a valid tool to assess fatigue specifically in Ilca class sailors.

Key words:

Olympic sailors. Ilca class. Fatigue test. Sailing simulator.

Correspondencia: Francisco Segado
E-mail: fsegado@ucam.edu

Introducción

En la vela deportiva, tres son los pilares fundamentales del rendimiento de los regatistas de vela ligera. En primer lugar, el material que se emplea en competición, como son las embarcaciones y las velas. En segundo lugar, las capacidades cognitivas de los regatistas, como son la habilidad de comprender y prever las condiciones meteorológicas, la capacidad de dominar la táctica y la técnica en función de cada momento de la regata. Por último, la capacidad física del regatista, como son la fuerza, la resistencia muscular y la capacidad aeróbica y anaeróbica^{1,2}. Estos tres factores determinantes del rendimiento han ido cambiando a lo largo del tiempo, en mayor medida las capacidades físicas y cognitivas de los regatistas, debido al nivel competitivo que hay en la actualidad.

Si nos centramos en este último aspecto, la capacidad física de los regatistas ha sido el área del rendimiento más estudiada hasta la fecha, con más del 50% de las investigaciones centradas las capacidades aeróbicas, anaeróbicas, resistencia muscular, fuerza, potencia, Frecuencia Cardíaca (FC) o composición corporal, entre otras³⁻⁷. La mayoría de estas investigaciones se han realizado en regatistas de vela ligera, de embarcaciones individuales o dobles. Pero no son los mismos requerimientos físicos que se exige a los regatistas en todas ellas. Es por esto, que es necesario diferenciar las embarcaciones y las demandas de cada una de ellas^{7,8}. En los anteriores juegos olímpicos (Tokio 2021), 6 fueron las clases de embarcaciones que compitieron, en sus diferentes modalidades de masculino, femenino y mixto. De estas embarcaciones cabe destacar que 1 de ellas era windsurf, por lo que se compite sobre una tabla, 3 son en embarcaciones dobles y 2 en embarcaciones individuales. Hay clases, donde las clasificaciones son diferentes para hombre y mujeres, ya que se ajustan las dimensiones de la vela a cada uno de los géneros (masculino y femenino), siendo menor la dimensión de la vela en mujeres, como pasa en las clases ILCA y RS-X. En otras clases como el 470, las clasificaciones son diferentes para hombres y mujeres, pero la embarcación es la misma, sin diferencias en la superficie vélica. La mayoría de las investigaciones encontradas hasta ahora sobre regatistas de clases olímpicas, se han realizado sobre embarcaciones individuales, ya que exigen a los regatistas aunar las capacidades cognitivas y físicas. Esto no suele suceder en las embarcaciones dobles, donde uno de los tripulantes suele llevar un mayor peso sobre las capacidades físicas y otro sobre las cognitivas y toma de decisiones^{9,10}.

Uno de los momentos determinantes en una regata de vela ligera individual es la navegación en el rumbo de ceñida, ya que requiere de los regatistas una alta demanda física, para llevar la embarcación plana y tomar las mejores decisiones según las condiciones tácticas de la regata¹¹. Durante esta situación de la regata, se produce la acción de mayor demanda física que es la posición de sacar cuerpo. Los regatistas con el fin de llevar la embarcación lo más hidrodinámica posible (plana), deben sacar su centro de gravedad lejos de la línea de crujía de la embarcación, con la única ayuda de la cincha situada en el centro de la embarcación y sobre la que apoyan el empeine de ambos pies. Muchas son las investigaciones que se han realizado sobre esta situación de sacar cuerpo en situaciones estáticas¹²⁻¹⁴, donde exigían a los regatistas estar en posición de máxima extensión el mayor tiempo posible. Con el tiempo, se ha demostrado que, en situación real de navegación, esta posición no es estática durante la navegación, sino que es dinámica,

donde los regatistas realizan movimiento de balanceo, para sincronizar la escora de la embarcación, con las rechas de viento, las olas y/o los desventes de otras embarcaciones¹⁵.

Por este motivo y debido a las dificultades de medir el rendimiento de los regatistas en la ejecución de esta acción técnica, se han empleado simuladores. Los simuladores empleados hasta el momento han ido evolucionando, desde bancos estáticos con dimensiones diferentes a las de una embarcación real¹²⁻¹⁴ hasta llegar a los simuladores semi-inmersivos, que simulan condiciones de viento diferentes, con dimensiones de embarcaciones reales^{9,15-17}.

En este sentido, la presente investigación utiliza un simulador de vela semi-inmersivo, que representa las condiciones de navegación real en un entorno controlado de laboratorio, facilitando de este modo la medición de indicadores de fatiga en la musculatura implicada, justo tras la ejecución de la acción. Es por esto que la presente investigación pretende aportar una herramienta fiable de medición de rendimiento de regatistas de alto nivel. El objetivo de la investigación es (i) analizar el rendimiento de regatistas de élite sobre la posición de sacar cuerpo en una situación dinámica de navegación virtual. (ii) medir la fatiga muscular del tren inferior en la acción de sacar cuerpo. (Hi) Los hombres tendrán un mayor rendimiento de navegación que las mujeres sobre las variables velocidad de navegación y *hiking*. (Hii) Tras la ejecución del test, la potencia del tren inferior será menor en ambos sexos, pudiendo afirmar que la herramienta es válida para medir la fatiga en situación específica de navegación.

Material y método

Muestra

La muestra de la presente investigación estuvo formada por 10 regatistas de la antigua clase Laser y la presente clase Ilca de navegación. Todos ellos pertenecientes a los equipos olímpicos de las selecciones nacionales de Noruega, México y España, 6 de ellos hombres, con $M_{edad} = 31,67$, $SD_{edad} = 6.861$ y 4 mujeres, con $M_{edad} = 30,50$, $SD_{edad} = 4.655$. La Tabla 1 muestra los valores antropométricos de ambos grupos. Todos ellos con participaciones internacionales en mundiales y proolímpicos.

Tabla 1. Descriptivos de composición corporal.

	Grupo masculino			Grupo femenino		
	N	Media	DS	N	Media	DS
Edad	6	31,67	6,86	4	30,50	4,65
Peso	6	81,88	2,18	4	61,52	3,39
Altura	6	182,17	6,01	4	167,00	3,74
IMC	6	24,82	1,81	4	21,85	0,85
% grasa	6	14,03	4,18	4	18,40	1,40
% agua	6	63,53	1,56	4	61,08	0,37
Masa muscular	6	68,07	1,81	4	47,95	5,63
Masa ósea	6	3,55	0,10	4	2,60	0,18

El comité de ética de la universidad del primer autor autorizó la investigación (número de referencia de la junta de revisión institucional CE021912). Se siguieron todas las normas institucionales aplicables relativas al uso ético de voluntarios humanos (por ejemplo, las directrices de la Declaración de Helsinki). Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de todos los participantes, a los que se informó exhaustivamente sobre el estudio.

Procedimiento

El protocolo de fatiga constó de dos partes: un test estático y un test dinámico. Antes de realizar el protocolo, el regatista realizará un protocolo de familiarización con el simulador, a fin de eliminar el componente de aprendizaje sobre el rendimiento. Seguido de una activación muscular, con el fin de preparar al regatista para un esfuerzo submáximo. Tras un calentamiento, y antes y después de la prueba de fatiga, los regatistas realizaron 2 ensayos de salto de contra movimiento (CMJ).

Los regatistas eligieron el lado por el que realizar la prueba, ya que en un barco se puede navegar por las dos bandas de la embarcación y todos los regatistas realizaron la prueba por el lado de estribor (Figura 1). Tal y como afirma la literatura, los regatistas obtienen un mayor rendimiento navegando sobre estribor que sobre babor¹⁸.

La primera prueba que se realizó fue una prueba isométrica (cuasi-isométrica), donde el simulador se mantuvo parado e inclinado 5 grados de forma permanente e inmóvil. Los regatistas debían agarrar la escota y el timón y mantener la posición de sacar cuerpo el mayor tiempo posible. La prueba terminaba cuando el regatista perdía la posición con la que había empezado. De esta forma se pretende conseguir un punto de referencia de máximo rendimiento.

La segunda prueba se realizó en una situación de simulación de navegación dinámica con una intensidad de viento de 16 nudos. Los hombres navegaron con las dimensiones de vela de la embarcación Ilca 7 y a las mujeres con las de la embarcación Ilca 6, tal y como hacen en situación real. Se le pidió que llevara el barco en rumbo de ceñida

durante todo el tiempo y que el barco fuera plano o lo más plano posible, manteniendo el máximo rendimiento. Para conseguir una mayor implicación del regatista, se le colocó el indicador de velocidad de la embarcación, pidiéndole que la llevara lo más rápido posible en ese rumbo hasta el momento de fatiga máxima.

Instrumental y variables

La prueba de potencia muscular a través del salto CMJ, se realizó sobre una plataforma de contacto (Chronojump® DNI-A1). Este instrumental proporcionó los valores de Potencia del tren inferior y altura de vuelo del salto.

La prueba de esfuerzo se realizó sobre el simulador de vela (vSail-Trainer®), diseñado por la compañía Virtual Sailing Pty Ltd El vSail-Trainer®. El simulador está compuesto de dos partes. La primera de ellas es el *hardware*, que está formado por la bañera de la embarcación y un ordenador portátil. El ordenador controla el segundo elemento del simulador, que es el *software* y que controla la simulación virtual, las condiciones de navegación, la proyección y el sonido de la situación simulada. La bañera está compuesta por un casco de barco, un sistema electrónico y un brazo hidráulico. El sistema eléctrico es el responsable del control del casco, que está conectada al ordenador que controla las condiciones de navegación (viento e intensidad). La bañera empleada fue la misma que la embarcación Ilca, lo que permite al simulador reproducir los movimientos de la situación real del navegante. El funcionamiento del simulador es similar al de un barco real, con un timón para controlar el rumbo/dirección y una escota para controlar la vela mayor. El simulador reproduce el ángulo de escora del barco, lo que hace que los navegantes tengan que ajustar continuamente su posición en relación con la escora. El tamaño de la imagen proyectada fue de 2,00 m x 2,50 m para este estudio, para reproducir las dimensiones reales¹⁹.

Las variables evaluadas con el simulador fueron las siguientes:

- Tiempo isométrico: hace referencia a la cantidad de segundos que los sujetos fueron capaces de mantener la posición de sacar cuerpo durante el test estático, donde debían mantener la posición isométrica.
- Tiempo dinámico: hace referencia a la cantidad de segundos que los sujetos fueron capaces de mantener la posición de sacar cuerpo durante el test dinámico, donde debían navegar la mayor velocidad posible en rumbo de ceñida y manteniendo la posición de sacar cuerpo.
- Distancia total navegada: cantidad de metros que han navegado durante la prueba.
- Velocidad: media de velocidad a la que han navegado durante la prueba, medida en nudos.
- *Hiking*: promedio de la fuerza ejercida durante la acción de sacar cuerpo durante el test, medida en newtons.
- Ángulo de navegación: el ángulo promedio que la embarcación tiene con respecto a la dirección del viento. Al ser un test de navegación en rumbo de ceñida (45°), deben estar lo más próximos a dicho ángulo.
- Ángulo de escora: valor medio de la angulación lateral que tiene el casco de la embarcación durante el test. Este ángulo se contrarresta con la fuerza ejercida para sacar cuerpo o *hiking*.

Figura 1. Regatista ejecutando la prueba de esfuerzo.



- Variabilidad del timón: valor promedio de los grados de variación que realizan los regatistas sobre el timón. Cuanto mayor es el ángulo, más resistencia ofrece el timón al desplazamiento de la embarcación.
- VMG: (*Velocity Made Good*): entendida como la velocidad óptima de la embarcación en relación con el rumbo, expresada en nudos. Cuanto mayor sea la VMG, mayor será el rendimiento.

grupo de hombres (Tabla 3), siendo menores los resultados de ambas variables tras realizar la prueba de navegación dinámica.

Resultados similares se observan en el grupo de mujeres, obteniendo diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el post test de las variables de potencia de salto ($p = 0,006$) y altura de salto ($p = 0,001$), siendo menores los resultados de ambas variables tras la navegación dinámica (Tabla 4).

Discusión

Teniendo en cuenta los objetivos marcados en la presente investigación, (i) analizar el rendimiento de regatistas de élite sobre la posición de sacar cuerpo en una situación dinámica de navegación virtual. (ii) medir la fatiga muscular del tren inferior en la acción de sacar cuerpo.

En respuesta al primer objetivo y debido al ajuste en la superficie vélica de la embarcación ILCA 7 (masculina) y 6 (femenina), consideramos que no existirían diferencias en el rendimiento de regatistas de élite masculinos y femeninos. Los resultados muestran diferencias en el test

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico IBM SPSS v.24.0. Se realizaron pruebas preliminares de supuestos para comprobar la homogeneidad de las varianzas y la normalidad en las variables. Se realizaron las pruebas de Levene y Shapiro-Wilks para confirmar los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad, respectivamente ($p > 0,05$).

Se calcularon las medias y las desviaciones estándar de todas las variables del estudio, para cada grupo (hombre y mujeres). Para comparar las diferencias entre los grupos se llevó a cabo un T para muestras independientes (grupo masculino y grupo femenino). Para comparar las diferencias en las variables de potencia de tren inferior pre y post test, se realizó la prueba T para muestras relacionada sobre ambos grupos, antes y después del test de navegación dinámica. El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0,05$ (intervalo de confianza del 95%).

Resultados

Los resultados sobre las variables de navegación no muestran diferencias estadísticamente significativas en el tiempo o duración de ambos test (dinámico e isométrico) entre hombres y mujeres. Por el contrario, se encuentran diferencias estadísticamente significativas sobre las variables distancia navegada ($p < 0,001$), velocidad ($p = 0,039$), *hiking* ($p = 0,002$) durante la ejecución del test dinámico, siendo los resultados de las tres variables mayores en hombres que en mujeres (Tabla 2).

Con respecto a los resultados de potencia de salto y altura de vuelo antes y después de la navegación dinámica, encontramos diferencias estadísticamente significativas entre el pre test y el post test de las variables de potencia de salto ($p = 0,02$) y altura de salto ($p = 0,005$) en el

Tabla 3. Descriptivos test de fuerza y potencia en hombres.

	Grupo masculino pre		Grupo masculino post		p	Diferencia media
	Media	DS	Media	DS		
Potencia	3.879,5	235,78	3.704,2	138,74	0,020	175,33
Altura	36,0	4,10	32,3	2,94	0,005	3,67

Tabla 4. Descriptivos test de fuerza y potencia en mujeres.

	Grupo femenino pre		Grupo femenino post		p	Diferencia media
	Media	DS	Media	DS		
Potencia	2.656,8	282,10	2.451,0	303,06	0,006	205,75
Altura	30,0	2,58	26,5	2,65	0,001	3,50

Tabla 2. Descriptivos de variables de navegación.

	Grupo masculino			Grupo femenino			p	Diferencia media
	N	Media	DS	N	Media	DS		
Tiempo Isométrico (seg)	6	207,00	48,175	4	178,50	31,395	0,331	28,500
Tiempo en dinámico (seg)	6	363,83	31,410	4	344,25	77,629	0,587	19,583
Distancia total navegada (m)	6	1.144,74	37,131	4	896,86	81,448	<0,001	247,876
Velocidad (kn)	6	6,24	0,496	4	5,36	0,63	0,039	0,878
Hiking (N)	6	1.590,78	114,74	4	1.173,36	180,94	0,002	417,422
Ángulo de navegación (°)	6	53,89	3,24	4	50,09	1,84	0,069	3,804
Ángulo de escora (°)	6	4,28	2,37	4	4,17	1,65	0,942	0,104
Variabilidad del timón (°)	6	2,94	1,48	4	4,31	0,34	0,114	-1,370
VMG (kn)	6	3,65	0,25	4	3,33	0,18	0,063	0,325

de navegación entre hombres y mujeres en 3 variables de navegación: distancia total navegada, velocidad de navegación y media de *hiking*, siendo mayores los resultados en el grupo de hombres sobre las tres variables. El rendimiento en estas tres variables está interconectado, ya que un mayor *hiking*, genera que la embarcación navega plana, generando una menor resistencia con el agua (hidrodinámica) y por consiguiente una mayor velocidad²⁰⁻²³. Podemos pensar que la escora puede verse afectada por el esfuerzo realizado durante la acción de sacar cuerpo y la intensidad del viento^{24,25}. Pero en este caso, al tener datos del ángulo de escora de la embarcación, observamos que entre el resultado de hombre ($4,28 \pm 2,37$) y mujeres ($4,17 \pm 1,65$), no hay diferencias estadísticamente significativas. Por lo que no es cuestión de hidrodinámica, ya que ambos grupos llevan la misma escora. Creemos que la diferencia en el *hiking* es el resultado de que la superficie vélica en la embarcación de los hombres es mayor, por lo que el esfuerzo para mantener la escora mínima durante la ceñida, debe ser mayor en hombres que en mujeres. En este sentido, cabe reflexionar que los hombres no presentan una mayor fuerza, en valores relativos, que las mujeres. Por lo tanto la primera hipótesis de estudio queda parcialmente confirmada, teniendo en cuenta la última reflexión.

Con respecto a la variable de velocidad de navegación, observamos que son los hombres los que son capaces de navegar más rápido que las mujeres y por consiguiente esto les hace navegar una mayor distancia. Esto puede ser debido al cazado de la escota de navegación. Durante la navegación en ceñida, los regatistas tienen los catavientos de la vela, que les indica el óptimo cazado de la mismas. En este sentido, durante el test de navegación, si el grupo de mujeres no llevaba un cazado óptimo o tan cercano al óptimo como el grupo masculino, puede ser debido a la fatiga. Esta fatiga puede producirse de dos formas diferentes: (i), que, debido a la fatiga física, si la vela es caza en condiciones óptimas, la embarcación escorará más grado y el regatista es incapaz de seguir sacando cuerpo para obtener el máximo rendimiento, por lo que amollan unos copos centímetros de vela, perdiendo velocidad, pero manteniendo la escora mínima que pueden controlar con mi fatiga muscular^{15,26,27}. (ii) que, debido a la fatiga física, produzca una fatiga cognitiva en el regatista, que no le permita focalizar la atención sobre los catavientos (lugares de información relevante) y pierda velocidad en la medida que pierden la atención sobre la localización que aporta información relevante⁹.

Dando respuesta al segundo objetivo, para medir la fatiga muscular de la acción de sacar cuerpo, se ha empleado el test CMJ antes y después del test de navegación dinámico, en el que se llega a la fatiga máxima. Observamos que, tanto en el grupo masculino como femenino, existen diferencias estadísticamente significativas entre el pre-test y post-test de las variables de potencia de salto y altura de vuelo. Estos resultados demuestran que este test dinámico de navegación es una prueba que realmente lleva a los regatistas a una situación real de fatiga en el rumbo de ceñida, cuando se reproducen condiciones de navegación que exigen la ejecución de la técnica de sacar cuerpo. Hasta ahora, los simuladores empleados, no reproducían condiciones realistas de navegación, que asimilaran el test con la situación real^{18,28}. Los resultados obtenidos demuestran que este test de navegación en situación simulada es una herramienta que realmente produce fatiga muscular en la principal musculatura implicada en la técnica de sacar

cuerpo, confirmando de este modo la segunda hipótesis de estudio. Por lo que abogamos por que, en lo sucesivo, a los regatistas, las pruebas de esfuerzo en una situación similar a la que navegan, dejando atrás las pruebas en cicloergómetros o tapices rodantes, que son inespecíficas para este tipo de población.

Conclusiones

Tras la revisión y discusión de los resultados obtenidos, podemos concluir que el estado de forma de los regatistas masculinos y femeninos de la clase Ilca es un factor determinante del rendimiento de la embarcación. Si bien las diferencias entre ellos no son físicas a la hora de conseguir el máximo rendimiento, tal y como muestran las variables de control de la embarcación, consideramos que la fatiga afecta a la capacidad cognitiva, la cual puede estar determinando las diferencias en el rendimiento, es decir, la tolerancia a la fatiga.

Por otro lado, consideramos el simulador como una herramienta válida para valorar la fatiga de forma específica en regatistas de clases individuales, donde la posición de sacar cuerpo es determinante del rendimiento de navegación. El simulador permite ajustar a la clase de embarcación a las condiciones climatológicas que se encuentran en situaciones reales.

Limitaciones de estudio

Como limitaciones de estudio, cabe destacar que es una población muy pequeña, pese a ser todos regatistas de nivel olímpico, el análisis estadístico puede verse afectado por el escaso número de sujetos analizados.

Sería muy interesante hacer esta prueba en diferentes momentos de la temporada, ya que el estado de forma de los regatistas afectará a su rendimiento en la prueba de navegación.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Bojsen-Møller J, Larsson B, Magnusson SP, Aagaard P. Yacht type and crew-specific differences in anthropometric, aerobic capacity, and muscle strength parameters among international Olympic class sailors. *J Sports Sci.* 2007;25:1117-28.
- Spurway N, Legg S, Hale T. Sailing physiology. *J Sports Sci.* 2007;25:1073-5.
- Mackie MW, Legg SJ. Development of knowledge and reported use of sport science by elite New Zealand Olympic class sailors. *Appl Hum Sci.* 1999;18:125-33.
- Manzanares A, Segado F, Menayo R. Determinants factors on performance the practice of sailing: literature review. *Cul, Cien Dep.* 2012;20:125-34.
- Sánchez LR, Baños VM. Perfil antropométrico y somatotipo de regatistas del equipo preolímpico español de vela. *SPORT TK-Rev Eur Am Cien Dep.* 2018;7:117-22.
- De Vito G, Di Filippo L, Felici F, Gallozzi C, Madaffari A, Marino S, Rodio A. Assessment of energetic cost in Laser and mistral sailors. *Int J Sports Card.* 1996;5:55-9.
- Bojsen-Møller J, Larsson B, Aagaard P. Physical requirements in Olympic sailing. *Eur J Sport Sci.* 2015;15:220-7.
- Caraballo I, Lara-Bocanegra A, Bohórquez MR. Factors related to the performance of elite young sailors in a Regatta: Spatial orientation, age and experience. *Int J Env Res & Pub Health.* 2021;18:2913.

9. Manzanares A, Menayo R, Segado F, Salmerón D, Cano JA. A probabilistic model for analysing the effect of performance levels on visual behaviour patterns of young sailors in simulated navigation. *Eur J Sport Sci.* 2015;15:203-12.
10. Manzanares A, Menayo R, Segado F. Visual search strategy during regatta starts in a sailing simulation. *Mot Cont.* 2017;21:413-24.
11. Chicoy I, Encarnación-Martínez A. Factores determinantes del rendimiento en la técnica de sacar cuerpo en vela ligera: revisión bibliográfica. *Eur J Hum Movement.* 2015;34:15-33.
12. Blackburn M. Physiological responses to 90 min of simulated dinghy sailing. *J Sports Sci.* 1994;12:383-90.
13. De Vito G, Di Filippo L, Felici F, Marchetti M. Hiking mechanics in Laser athletes. *Med Sci Res.* 1993;21:859-60.
14. Putnam CA. A mathematical model of hiking positions in a sailing dinghy. *Med & Sci Sports.* 1979;11:288-92.
15. Callewaert M, Boone J, Celie B, De Clercq D, Bourgois JG. Cardiorespiratory and muscular responses to simulated upwind sailing exercise in optimist sailors. *Pediatric Exercise Sci.* 2014;26:56-63.
16. Cunningham P, Hale T. Physiological responses of elite Laser sailors to 30 minutes of simulated upwind sailing. *J Sports Sci.* 2007;25:1109-16.
17. Vangelakoudi A, Vogiatzis I, Geladas N. Anaerobic capacity, isometric endurance, and Laser sailing performance. *J Sports Sci.* 2007;25:1095-100.
18. Mackie HW. Preliminary assessment of force demands in Laser racing. *J Sci & Med Sport.* 1999;2:78-85.
19. Reina R, Luis V, Moreno FJ, Sanz D. Influence of image size on visual search strategy in rest of tennis in a simulated situation. *Rev Psico Dep.* 2004;13:175-93.
20. Day AH. Performance prediction for sailing dinghies. *Ocean Eng.* 2017;136:67-79.
21. Lovas T, Somogyi ÁJ, Simongáti G. Laser scanning ship hulls to support hydrodynamic simulations. *Per Poly Civil Eng.* 2022;66:291-7.
22. Pennanen M, Levin RL, Larsson L, Finnsgård C. Numerical prediction of the best heel and trim of a Laser dinghy. *Procedia Eng.* 2016;147:336-41.
23. Roncin K, Kobus JM. Dynamic simulation of two sailing boats in match racing. *Sports Eng.* 2004;7:139-52.
24. Castagna O, Brisswalter J. Assessment of energy demand in Laser sailing: influences of exercise duration and performance level. *Eur J Appl Physiol.* 2007;99:95-101.
25. Sprada F, Schütz GR, Cerutti PR, Calado L, Brito H, Roes H. Biomechanical analysis of spine movements in hiking on sailing. *XXV ISBS Symposium 2007*, Ouro Preto – Brazil.
26. Callewaert M, Geerts S, Lataire E, Boone J, Vantorre M, Bourgois J. Development of an upwind sailing ergometer. *Int J Sports Physiol & Perform.* 2013;8:663-70.
27. Duvallet AL, Duvallet E, Lhuissier F, Beaudry M. Physiologic parameters and energetic costs of sailing specific actions during racing cruising. *FASEB J.* 2019;33:534-6.
28. Spurway NC. Hiking physiology and the quasi-isometric concept. *J Sports Sci.* 2006;25:1081-93.

A systematic review on the application of Aikido as a psychosomatic tool in therapeutic setting (Part I)

Sebastián Gómez-Lozano¹, María Antonia Hurtado-Guapo², Clare Kelly-Lahon³, Jesús Arce-Moreno¹, Kiko León^{1,4}, Alfonso Vargas-Macías⁵

¹Performing Arts Research Group. Faculty of Sport. Catholic San Antonio University. Murcia. Spain. ²IT Services. University of Extremadura. Badajoz. Spain. ³Department of Marketing, Tourism and Sport. Atlantic Technological University. Sligo. Ireland. ⁴Faculty of Sport Science. University of Extremadura. Cáceres. Spain. ⁵Telehusa Centre for Flamenco Research. Cádiz. Spain.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00136

Recibido: 15/11/2022

Aceptado: 20/12/2022

Summary

It is our contention that Aikido may have sufficient support for its use in complementary therapies in the field of clinical treatment. However, as far as we are aware, no extensive scientific studies highlighting the application of Aikido as a psychosomatic therapy in the field of psychological behavioural disorders has been carried out. Our aim here was to conduct a systematic review of scientific studies associated with the possible psychosomatic benefits of Aikido practice and to examine whether there is any theoretical basis for this psychosomatic health connection. In terms of methodology, a systematic review of published scientific literature on health and Aikido was conducted in adherence with PRISMA guidelines. Three aspects of the application of Aikido were identified, one corresponding to phases more susceptible to psycho-emotional instability such as during the period of adolescence; another aspect related to the treatment of overcoming trauma in subjects with post-traumatic stress disorder and the final aspect related to the improvements as a result of the practical intervention of mindfulness. It is evident from our review, that the treatment of Aikido as a discipline with psychotherapeutic potential requires further expert analysis from a cross-disciplinary and interdisciplinary perspective, which would involve establishing a suitable intervention model in order to attain a deeper understanding of the discipline of Aikido. Moreover, a mastery of the field of psychology and psychiatry is required to understand the internal cognitive processes of the subjects studied.

Key words:

Proprioception. Mindfulness. Martial arts. Complementary therapy. Health. Well-being.

Una revisión sistemática sobre la aplicación del Aikido como una herramienta psicósomática en sectores terapéuticos (Parte I)

Resumen

Hasta donde tenemos conocimiento no existe un campo de carácter científico extenso de la aplicación terapéutica de relación psicósomática en el Aikido, en el entorno de los trastornos y afecciones psicológicas del comportamiento. Partimos de la hipótesis de que el Aikido podría tener un respaldo suficiente en su uso en terapias complementarias al ámbito de los tratamientos clínicos. Nuestra finalidad fue realizar una revisión sistemática sobre los estudios de carácter científico asociados a los posibles beneficios psicósomáticos de la práctica del Aikido y comprobar si hay una teoría entre esta conexión de salud psicósomática. Metodológicamente se realizó una revisión sistemática de la literatura científica publicada en materia de salud y Aikido. Para su elaboración se han seguido las directrices de la declaración PRISMA. Se observan tres vertientes de aplicación del Aikido, una correspondiente a fases más susceptibles de inestabilidad psicoemocional como es la adolescencia. Otra vertiente relacionada con el tratamiento de superación de traumas en sujetos con trastorno por estrés postraumático y una última relacionada con la mejora de los aspectos relacionado con la intervención práctica de mindfulness. Se evidencia que el tratamiento del Aikido como una disciplina con potencial psicoterapéutico que requiere de un mayor análisis de expertos desde una perspectiva transdisciplinar e interdisciplinar, que permita encontrar un modelo de intervención idóneo para tener un conocimiento más profundo de la disciplina del Aikido. Además, se requiere un dominio del campo de la psicología y de la psiquiatría que permita entender los procesos cognitivos internos de los sujetos estudiados.

Palabras clave:

Propiocepción. Mindfulness. Artes marciales. Terapia complementaria. Salud. Bienestar

Correspondencia: Sebastián Gómez-Lozano

E-mail: sglozano@ucam.edu

Introduction

It was in the 1960s that the germ of scientific studies exploring the psychological dimension of Martial Artists began. This is the case of Kroll & Carlson in 1967¹ whose aim was to investigate the personality profiles of participants in amateur karate. Three years later Kroll & Crenshaw in 1970² described the personality traits among karatekas, comparing them with gymnasts, football players and wrestlers. In the same year, Pyecha³ defined the personality traits of Judo in relation to other sport disciplines. In 1980, Rothpearl⁴ obtained a considerable sample size of 152 karate practitioners for the study of personality. Fuller⁵ after analysing the psychological traits common to Martial Arts students, reflected on the transfer of training programmes to other population groups and the expectation of their psychological benefit. It was from 1980 onwards that there was a more convincing approach to the psychotherapeutic applications of Martial Arts, with Aikido appearing for the first time in this field of study⁶. And, it was in the 1980s and 1990s that Aikido featured in the academic world as a Martial Art with an acknowledged psychotherapeutic potential, intervention and psychological application.

Benedetti⁷ pointed out that sportsmanship or competition strips Aikido of its essence and that, moreover, Aikido is not just a grouping of oriental fighting techniques, such as is the case of competitive Judo or Karate. Aikido, besides being a Martial Art originating in Japan in the samurai tradition, gives the human being access to another way of being, to a real change⁸. It is thus a highly sophisticated Martial Art which is different from other Martial Arts⁹.

Aikido as a method was created and developed by Morihei Ueshiba (1883 Tanabe-1969 Iwama) in Japan between 1930 and 1960¹⁰. For Morihei Ueshiba, Aikido was the continuation of a syncretic process that began in Japan in the early 17th century, in which the traditional fighting arts (*bushido*) were transformed into disciplines of character development and paths to self-realisation (*budo*)¹¹. This process evolved thanks to the contributions of Chinese and Indian doctrines that shaped the Nipponese spirit, influenced by Zen Buddhism, Taoism and Confucianism⁸. It is, in essence, the consequence of an evolution and adaptation of many Martial Arts systems integrated into a single Eastern philosophical thought process⁶.

Aikido goes beyond the concept of combat, and aims to rediscover a state of psychophysical balance¹² that allows the spontaneous harmonisation of one's existence with the cosmos⁸. Aikido is literally broken down into the following parts: *ai* (union), *ki* (energy), and *do* (way). These three elements have been translated in different ways although they always derive the same meaning: the method or way (*do*) for the harmony or union (*Ai*) of the mental energy or spirit (*ki*)⁶. It is known, for example, that the proprioception factor is one of the most crucial senses for the survival of the human being with a networked system that extends throughout the organism. In this context, survival proprioception plays a fundamental role in the bonding between aikidokas (Aikido practitioners)¹³. Sanati *et al.*¹⁴ locate this essential factor in the joints and specifically through body contact of the wrists as a site of physical conflict and vulnerability in Aikido practitioners. This process of movement control is governed by a trait of 'self-stimulation' or circular action of the nervous system with the environment in which it interacts¹⁵. Proprioception, although most of the time managed unconsciously, is fundamental

to the human experience as it allows us to adapt to our environment. It has been described that the sense of proprioception is constituted by populations of neurons or mechanosensors distributed throughout the body known collectively as proprioceptors¹⁶. These are generators of proprioceptive impulses or afferent neuronal excitatory flow that travels to higher structures such as the cerebellum, sensorimotor cortex and hypothalamus. It is noted that states of abnormal emotional tension are relieved in various relaxation therapies by reducing proprioceptive impulses impinging on the posterior hypothalamus. The hypothalamus is a neuroendocrine integrating organ located in the central region of the brain that regulates emotional balance. Therefore, the management of proprioception in human development is essential for harmonious human behaviour¹⁷.

The model of overcoming the original martial character acquired by Aikido has been a process of transformation unprecedented in the history of Martial Arts. In the practice of Aikido, a vital philosophy is forged based not only on experiencing symbolic defeat without losing one's life, but on symbolic victory unified for both practitioners. As mentioned previously, all the philosophical and religious sources of Aikido such as Zen Buddhism, Taoism and Confucianism⁸ make the discipline of Aikido very different from other Martial Arts. This fact has been due to the capacity of synthesis of the Japanese people throughout history with a tradition of the various currents of thought⁸.

Undoubtedly, Aikido was chosen by Morihei Ueshiba to be the discipline which would transfer the best of traditional arts into a product of ancient wisdom¹⁸. This diverse legacy endows Aikido with certain therapeutic potential value based on how we approach this Art or system of bodily interaction. Lukoff & Strozzi-Heckler¹⁹ approach the character of Aikido by alluding to the psychological healing potential in the incorporation of meditation, concentration and breathing techniques from Zen Buddhism. Lukoff & Strozzi-Heckler¹⁹ further point out that the combination of features such as social contact, physical exertion and, above all, a practice of compassion and self-compassion give Aikido substantial psychosomatic benefits. Morihei Ueshiba distinguishes between body and spirit in terms of a human-being's make-up. For Morihei Ueshiba, the body was that which could blur the light of the spirit and Aikido the means to enlighten the being again⁸. In this sentence of Ueshiba, we can see the therapeutic purpose of Aikido and how, from the beginning, the union between *psyche* and *soma* is a close one.

In this way, the very idiosyncrasy of Aikido means that it creates a very significant symbolic psychosomatic relationship between the pair of practitioners during practice and this is at the origin of its creation. The practice translates into a continuous bodily self-analysis of how to overcome a conflict or struggle in addition to survival and awareness of the other. Morihei Ueshiba implements a modern methodology based on how to manage and resolve an attack in the most relaxed way possible. From the point of view of *tori* (in the role of receiving an attack from *uke*)⁹ points out that the purpose of Aikido is to resolve a physical conflict, managing the attack in the most harmless way and without harming the attacker. Saposnek⁶ describes that the role of *uke*, the attacker, is challenging *tori*, to provoke the confrontation and demonstrate his power over *tori*. The message can literally be translated as: 'you will not be able to change me because I am more powerful than you when I attack you'. This 'conflict', however, becomes an 'opportunity' to learn and

teach the challenger more constructive and harmless ways of asserting their power. The challenger *uke* must accept the mastery of *tori's* role, not to resist and accept the change they teach you if you are open to it. So *uke* must assume that it is useless to act by force based on the principle of non-resistance in order not to experience harm and thus learn 'non-aggressiveness'. Snell²⁰ in this sense, transcribes the shared subjective experience of what he calls 'intersubjective states' of four aikidoka, in the first person, with foundations from Western phenomenology, Zen Buddhism and Shinto, somatic and choreographic practices.

Aikido is a system of interaction of circular forces, undifferentiated cause-effect relationship, mixed for mutual conflict resolution (neutralisation of aggression and redirection of energies) where duality (good-evil, friend-enemy) is eliminated in order to enter into the unity of the relationship⁶. Aikido in its essence is based on overcoming the duality model of 'I win and you lose', to 'you win and I win', a prerequisite for healthy personal relationships from a psychosocial point of view⁹ where the component of proprioceptive and emotional regulation is a key factor of this model of interaction. In this way, 'enemies' are cognitively and deliberately re-educated to be 'partners' and 'attacks' are 'opportunities'. Furthermore, the blurred perceptual boundaries between self and other are reinforced, helping to refocus negatively connoted situations to neutral and non-threatening ones⁵.

In spite of all of this established research regarding the psychosomatic dimension of Aikido, to the best of our knowledge, there is no extensive scientific field of therapeutic application of this psychosomatic relationship in Aikido applied in the fields of psychological disorders. For this reason, and given the particular characteristics of this Martial Art in its origin, we decided to analyse the reviewed academic bibliography of Aikido to check if this analysis would support our hypothesis regarding Aikido and its possible application to therapies related to the fields of psychology and psychiatry. Therefore, we proposed to carry out a systematic review of the scientific studies associated with the possible psychosomatic benefits of the practice of Aikido and to check if there is a theory between this connection of psychosomatic health and proprioception in pairs.

Material and method

In this study a systematic review was conducted of the published scientific literature on proprioception and Aikido in adherence with the PRISMA guidelines for systematic reviews²¹. The process of elaboration involved different phases which are detailed below.

Initial phase / systematic search

The first searches were conducted during the first quarter of 2022 by combining the terms 'aikido', 'proprioception', 'physical sense' and 'health' in the databases Web of Science, Scopus, Ebsco-Host, Dialnet, PubMed, ScienceDirect and Sport Discus. Subsequently, a combination, using the Boolean operators 'and', 'or' or 'near' was used to include both terms, i.e., aikidō (the Japanese term 合気道、合氣道, and its romanised equivalent), proprioception, sensitivity, kinaesthesia as well as their English translations. Martial Arts was a catch-all term used in

the Dialnet or Ebsco-Host databases to find the associations with Aikido as it could itself be part of another semantic or knowledge field. These searches yielded a considerable number of results, some of which were duplicated or of little use to the review. Aikido and Health terms were entered into all the databases, to establish a comparative framework between studies applying Aikido within the field of both Physical and Psychological Therapies.

Inclusion and exclusion criteria / application filters

Once the study of the field of application and the possible combinations of the terms of interest had been carried out, appropriate criteria were applied for each filter to select the results.

For the first filter consisting of reading the 'Title of the manuscript', the search was restricted to scientific journal articles, excluding other publications such as letters, commentaries, editorials, articles for which only abstracts were available, book chapters, final works such as undergraduate, postgraduate or doctoral theses (inclusion criterion 1). No date limitation (inclusion criterion 2) or linguistic restriction was imposed on the search (inclusion criterion 3), given the specificity of the topic, with the exception of articles written in Asian languages whose abstracts were not translated into English (exclusion criterion 1).

According to these criteria, and on the basis of the title alone, 51 articles were considered eligible (after eliminating duplicates between databases), as the subject matter did not correspond to the topic to be addressed. The second filter was applied, the reading of the abstract of the article, and from this reading 32 were discarded, as the subject matter had to be contextualised within the area of knowledge of Aikido and health (inclusion criterion 4) or the field of application of the previously associated terminology ($n = 19$). Next, we proceeded to the third level or filter, the reading of the 'body of the article'. This stage took into account the existence of Aikido training programmes and the analysis of this intervention on the subjects (inclusion criterion 5). Protocols that were merely descriptive of the technical skills of Aikido learning development were excluded (exclusion criterion 2). In addition, any kind of theoretical essay or dissertation on psycho-cognitive skills that did not focus on the practical application of improvement skills was excluded as well (exclusion criterion 3) ($n = 11$). The remaining articles were included because of their subject-specific therapeutic treatment of these psychocognitive skills ($n = 8$). Finally, 8 articles met the inclusion criteria and were selected for the systematic review. All of them aimed at our objective, i.e. to establish a relationship between Aikido and health aspects related to therapy and psychocognitive functional improvement (Figure 1).

Manual search

Lastly, Google Scholar was used with the combinations seen in previous searches to check whether any articles that had not appeared in the previous searches might have been left out. After applying the corresponding filters, the four articles found were not included as they were duplicates of those found in other databases already consulted. The results obtained in the different databases and the choice of articles in order to elaborate the flow chart are shown below (Table 1).

Figure 1. Adaptation of the filtered phases regarding the inclusion/exclusion criteria of the systematic review to a Flow Diagram.

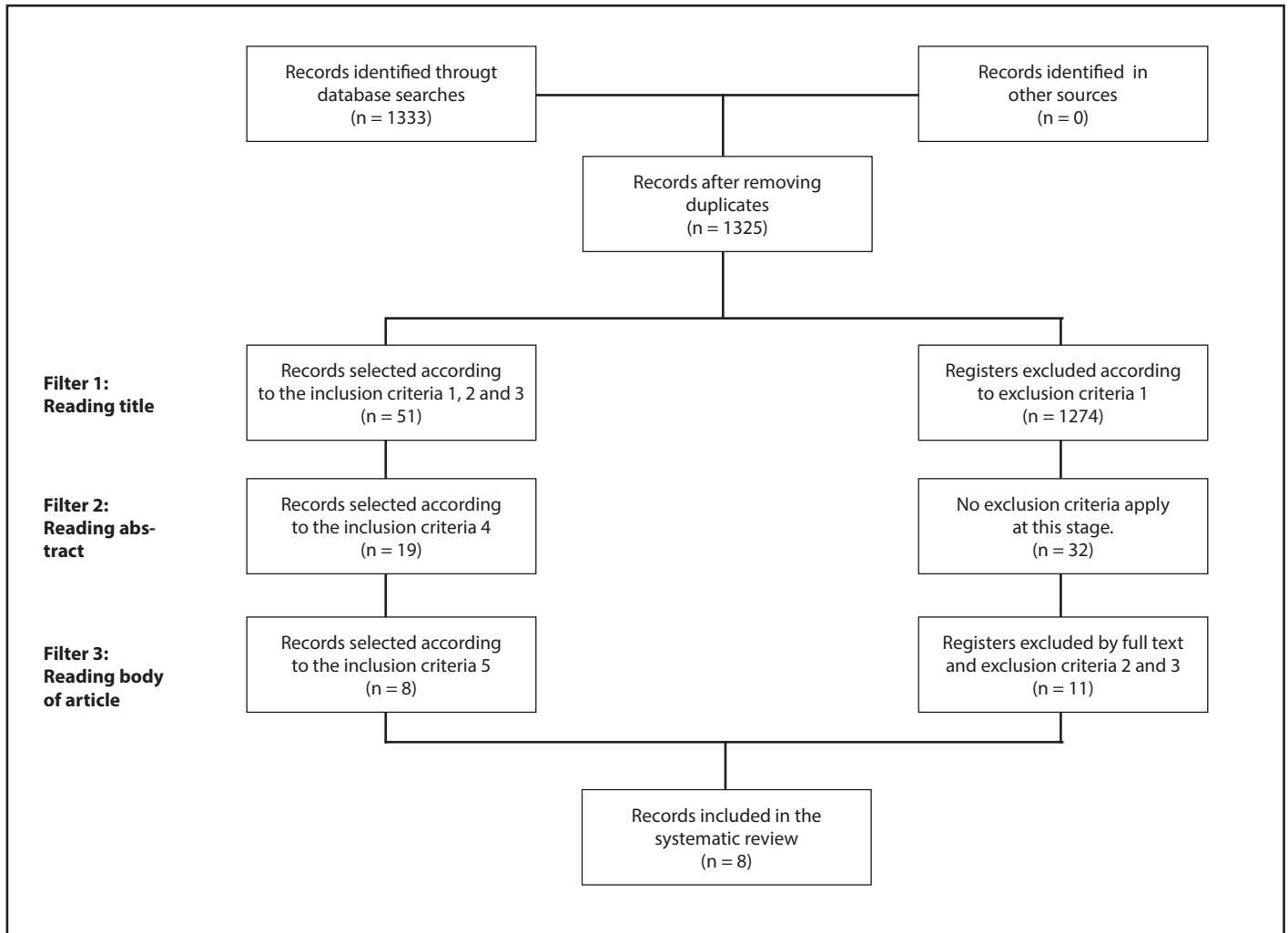


Table 1. Filters used for each database.

Database	Title reading	Abstract reading	Article reading
Web of Science	9	5	2
SCOPUS	7	2	0 (duplicates)
DIALNET	3	0	0
Sport Discus	12	3	2
PUBMED	14	6	4
Science Direct	6	3	0
Total	51	19	8
Google Scholar*	19	4	0 (duplicates)
Total	70	23	8

(*) A supplemental search on Google Scholar was conducted to ensure the systematic review. This last check confirmed that the final total results were definitely eight.

Results

From this search, our findings point to the 1990s as the starting point when the discipline of Aikido began to be incorporated into intervention programmes for the study of the emotional regulation of aggression²², and indeed, whether the practice of Aikido had any affect on self-esteem, anxiety and anger²³. It took more than a decade before studies related to the association of Aikido work with mindfulness²⁴ and its correlation with anxiety disorder²⁵, emerged. For example, Weiss *et al.*²⁶ implemented a programme applying Aikido instructions as a treatment for ex-war veterans suffering from Posttraumatic Stress Disorder (PTSD). Szabolcs, Szabo & Köteles²⁷ study among other oriental forms of physical activity what kind of affect the practice of Aikido and the study of the variable flow experience would have. Ben-Soussan *et al.*²⁸ study variables related to mindful movements. Elsewhere, Szabolcs *et al.*²⁹ evolve to a more complex analysis to analyse the impact of the practice on spirituality, mindfulness, body awareness, and self-compassion (Table 2).

Table 3 shows the methodological characteristics of the studies found. We can classify two large groups, those studies that directly select Aikido practitioners by passing questionnaires to them or by carrying out tests through cohorts of their practice, studying their effects before and after their training^{23,24,27} or in a cross-sectional manner comparing Aikido practitioners directly with other populations^{28,29}. Another group where an intervention programme is applied based on the characteristics of Aikido and designed exclusively for the subjects to practise this Japanese Martial Art for the first time are pre-adolescent initiates, i.e., 22 young university students²⁵ and war veterans with PTSD²⁶.

Table 4 reflects a wide range of variables analysed with each of its scales in which the authors have examined, the extent to which, Aikido

can be inferred in terms of modifying the management of emotions that make up the personal behavioural traits of each individual. Firstly, we find frustration, tolerance, problem behaviours, self-control and aggressive behaviour²²; secondly, self-esteem, state-anxiety and anger²³; and thirdly, self-esteem and anger²⁴; fourth, PTSD and symptoms of depression²⁶; fifth, mindfulness and the psychic and somatic components of anxiety²⁵; sixth, flow experience (in other words, skill-challenge harmony and oneness with the experience) and positive affect and negative affect²⁷; in seventh Mindful Movement (Time-production task and Homolateral interlimb coordination task)²⁸; and finally, spirituality, mindfulness, body awareness, and self-compassion²⁹.

Table 2. Descriptive data.

	Authors (Year)	Title	DOI	Journal	Location*
1	Jorge Delva-Tauiiili (1995)	Does brief Aikido training reduce aggression of youth?	10.2466/pms.1995.80.1.297	<i>Perceptual and Motor Skills</i> . 80:297-298	Hawaii, Honolulu (USA)
2	Yumi Akuzawa Foster (1997)	Brief Aikido Training versus Karate and Golf Training and University Students' Scores on Self-Esteem, Anxiety, and Expression of Anger	10.2466/pms.1997.84.2.609	<i>Perceptual and Motor Skills</i> . 84:609-610	Wichita, Kansas (USA)
3	John Lothes II, Robert Hakan, Karin Kassab (2013)	Aikido Experience and its Relation to Mindfulness: A Two-Part Study	10.2466/22.23.PMS.116.1.30-39	<i>Perceptual & Motor Skills: Learning & Memory</i> . 116(1):30-39	Wilmington, North Carolina (USA)
4	Tobias C. Weiss, Benjamin D. Dickstein, Joseph E. Hansel, Jeremiah A. Schumm, Kathleen M. Chard (2017)	Aikido as an Augment to Residential Posttraumatic Stress Disorder Treatment	10.1037/mil0000194	<i>Military Psychology</i> . 29(6):615-622	Cincinnati, Ohio (USA)
5	Rodrigo Cuéllar Hidalgo, Aldo Bazán Ramírez, Gerardo Alonso Araya Vargas (2019)	Effects of Aikido practicing on mindfulness and anxiety in Costa Rican university students	10.47197/retos.v0i35.62044	<i>Retos</i> . 35:13-19	San José (Costa Rica)
6	Zsuzsanna Szabolcs, Attila Szabo, Ferenc Köteles (2019)	Acute Psychological Effects of Aikido Training	10.33607/bjshs.v112i1.778	<i>Baltic Journal of Sport & Health Science</i> . 1(112):42-49	Budapest (Hungary)
7	Tal Dotan Ben-Soussan, Joseph Glicksohn, Antonio De Fano, Federica Mauro, Fabio Marson, Manuela Modica, Caterina Pesce (2019)	Embodied time: Time production in advanced Quadrato and Aikido practitioners	10.1002/pchj.266	<i>Psychology Journal</i> . 8:8-16	Roma (Italy)
8	Zsuzsanna Szabolcs, Barbara Csala, Attila Szabo, Ferenc Köteles (2021)	Psychological aspects of three movement forms of Eastern origin: a comparative study of Aikido, Judo and Yoga	10.1080/11745398.2020.1843507	<i>Annals of Leisure Research</i> 1-21	Budapest (Hungary)

(*) Location of the Research Group from which the interest in carrying out a quasi-experimental analysis on the analysis of psychological variables in Aikido has arisen.

Table 3. Objectives and methodologies.

	Authors (Year)	Objective	Sample	Design	Intervention*
1	Delva-Tauiiili (1995)	To examine whether the practice of Aikido, a non-violent Japanese martial art, effectively reduces aggressive behaviour of preadolescent youth	42 Male Preadolescent Youth, Asian and Pacific Islanders aged 9-12 years (Experimental group: 21 subjects; Control group of 21 subjects on waiting list)	Pre-test and post-test mean scores were performed and compared between the control and experimental groups, before and after 2 weeks of daily training from Monday to Friday	Training on the Basic Principles of Aikido with a methodological structure adapted in the school for pre-adolescents

(continue)

Table 3. Objectives and methodologies (continuation).

Authors (Year)	Objective	Sample	Design	Intervention*
2 Foster (1997)	To investigate if Aikido training is effective in improving selected aspects of personality	69 volunteers were university physical education students from Ohio State University and Stanford University. The 4 initiation groups were divided into three modalities: experimental group of 20 Aikido initiates, 24 karate initiates, 13 golf initiates. There was also a control group of 12 golf initiates	Pre-test and post-test of the means of the variables were carried out over a period of 10 weeks of training	Aikido initiation course in the University context
3 Lothes II, Hakan, & Kassab (2013)	To examine the potential association of training in Aikido may have on mindfulness	179 adult participants over 18 years of age were recruited via email and online. Study I: Experimental group: 159 participants (111 male, 48 female) Aikido students. Control group: 20 participants (4 male, 16 female) psychology students with no martial arts experience. Study II: Experimental group: 12 volunteer Aikido practitioners (3 females, 9 males). Control group: 20 psychology students (13 females, 7 males)	Study I: A cross-sectional data collection for the questionnaires for each subject was carried out online. It took 5 months to collect the 159 surveys and the levels of experience were compared with the ranks acquired and the length of practice experience Study II: Longitudinal design of the experimental group with a control group	Study I: There was no training programme designed <i>ex-profeso</i> within the context of Aikido schools in the USA. Study II: A design was made to insert Mindfulness practices during their Aikido training
4 Weiss <i>et al.</i> (2017)	To examine the effects of augmenting an evidenced-based residential Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) treatment program for veterans with group-based instruction in Aikido	193 Former Vietnam War veterans (108 men/85 women) receiving residential treatment for Post-Traumatic Stress Disorder at a Midwest Veterans Affairs Medical Center. Cognitive processing therapy was part of their primary treatment	Quasi-experimental cohort design with a 7-week follow-up for an overall duration of 52 months. Measurement cohorts were applied to both groups of 85 women and 108 men assigned to practise Aikido and non-Aikido in such programmes	Specially designed programme as complementary therapeutic treatment for war veterans
5 Cuéllar, Bazán & Araya (2019)	To examine the effect of practising Aikido on mindfulness and anxiety state in university students with no previous experience in martial arts	24 students from the University of Costa Rica. The experimental group consisted of 12 students from different careers (10 males and 2 females; ages 18-62 years); and the control group consisted of 12 students from the Bachelor in Human Movement Sciences (9 males and 3 females; ages 21-34 years)	Quasi-experimental design, with pre- and post-treatment measurements, with one experimental group and one active control group. Implementation programme based on an 11-week training programme (two weekly sessions of 2 hours each)	Specially designed programme in a context outside of Aikido schools
6 Szabolcs, & Szabo, Köteles (2019)	To examine for the first time the hypothesis that Aikido training, like many other western forms of organised physical activities, has acute psychological benefits as manifested via favourable changes in affect and the flow experience	53 participants were recruited from Aikido clubs of the Aikido Foundation in the metropolitan area of Budapest aged 18-57 years (85% male-15% female). who practised Aikido as a regular recreational activity	Cohort design at least 3 surveys data collections were conducted for one of the variables and another at least 1 time	The programme included the Aikido sports schools' own training sessions
7 Ben-Soussan <i>et al.</i> (2019)	To examine the effect of Mindful Movements (MMs-specific types of mind-body coordination-demanding physical activity) on Time Perception (TP)	34 healthy adults volunteered, including 11 practitioners of Aikido (4 males and 7 females) and 9 practitioners of advanced Quadrato Motor Training (4 males and 5 females) and 14 physically inactive controls (7 males and 7 females)	A mixed observational study	There was no specific design. They were collected directly from the Aikido Schools
8 Szabolcs <i>et al.</i> (2021)	To examine four characteristics rooted in Eastern philosophy and religious practice, i.e spirituality, mindfulness, body awareness, and self-compassion in healthy individuals	Experimental group of 265 subjects (Aikido with n= 121, 18% female: average age 37+11 years; Yoga with 75, 84% female, average age 44+11 years)- Control group with 76 subjects, 67% female, average age 27 + 9 years old	Cross-sectional study collecting survey data via online questionnaires from subjects belonging to their own sports schools	There was no intervention programme or implementation in the design

*Context of Aikido intervention in this study based on the phases, exercises and fundamentals that are developed in its routines or training protocols.

Table 4. Variables, scales of measurement and results.

Authors (Year)	Psychological, somatic, cognitive and emotional variables	Scales and measures	Relevant results	Conclusions
1 Delva-Tauiilili (1995)	<ul style="list-style-type: none"> - Frustration tolerance - Problem behaviours - Self-control - Aggressive behaviour 	<ul style="list-style-type: none"> - Teacher's Self-control Rating Scale and on aggressive behaviour - Subscales of the Child Behaviour Rating Scale 	No significant differences were found in aggressive behaviour and self-control between the Aikido group and the control group	Methodological limitations such as the lack of randomisation in the groups and the short training time are not sufficient to have a significant effect
2 Foster (1997)	<ul style="list-style-type: none"> - Self-esteem - State-anxiety - Anger 	<ul style="list-style-type: none"> - Self-esteem Scale - State-trait Anxiety Inventory - Anger Expressions Scales from the State-Trait Anger Expression Inventory 	No significant differences were found between the pre-test and post-test in the Aikido group in terms of self-esteem, state anxiety, trait anxiety or anger expression. The Karate group showed significantly lower means on trait anxiety, state anxiety and anger expression	The subjects should be observed for several years of training to evaluate changes in test scores
3 Lothes II, Hakan, & Kassab (2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Mindfulness Skills - Mindfulness attention awareness 	<ul style="list-style-type: none"> - Kentucky Inventory of Mindfulness - Skills and Mindfulness Attention Awareness Scale 	The results of both studies show significant increases in mindfulness scores with Aikido training	This kind of field of knowledge requires longitudinal designs and empirical research to progress further
4 Weiss <i>et al.</i> (2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) - Depression symptom 	<ul style="list-style-type: none"> - PTSD Checklist Stressor Specific Version (PCLS) - Clinician Administered PTSD-Scale (CAPS) - Beck Depression Inventory: Second Edition (BDI-II) 	Female veterans who received Aikido experienced a greater decrease in self-reported PTSD and depression symptoms during treatment. No benefits were found in men	The results of this study are affected by certain limitations such as not using a randomised design, which increases the risk of possible therapist and Aikido instructor effects. Furthermore, a better understanding of the mechanism underlying Aikido needs to be developed to help clinicians
5 Cuéllar, Bazán & Araya (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Mindfulness - Psychic Component (PC) of anxiety - Somatic Component (SC) of anxiety 	<ul style="list-style-type: none"> - Mindfulness Attention Awareness Scale (MAAS) - Hamilton Anxiety Scale (HAS) 	Positive effects of Aikido practice on mindfulness and anxiety status were evident. Overall, Aikido practice showed significant effects on mindfulness and anxiety PC and a significant and small effect on SC	The results show that practising Aikido, as might be the case with other martial arts, brings a benefit in mood that exceeds that which can be obtained from regular physical activity as part of an active lifestyle
6 Szabolcs, & Szabo, Köteles (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Flow experience - Skill-challenge harmony - Oneness with the experience. - Positive affect and negative affect 	<ul style="list-style-type: none"> - 10-item psychometrically validate Hungarian version of this instrument (PANAS-HU) based in The Positive Affect Negative Affect Scale (PANAS) - The Hungarian Flow State Questionnaire (FSQ): derived from several versions of the Flow State Scale (FSS) 	The flow experience in aikidokas is similar to aerobic or spinning exercise. More experienced aikidokas reported a higher skill-challenge harmony than less experienced martial artists	These findings reveal relatively clearly for the very first time in the literature that Aikido practice has acute, or immediate, psychological benefits similar to other martial arts and exercises
7 Ben-Soussan, <i>et al.</i> (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Time Production (TP): link bodily perception, human time perception and Mindfulness - Homolateral interlimb coordination - Creativity 	<ul style="list-style-type: none"> - TP/Time-production task - Homolateral interlimb coordination task - Creativity Task (Alternate Uses Task) 	No differences were found between the Aikido and the control group	Future studies should extend the current results, including a larger sample, several training regimes for interventional testing, and additional neuroscientific measures to investigate the hypothesized neural mechanisms
8 Szabolcs <i>et al.</i> (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Spirituality - Mindfulness - Body awareness - Self Compassion 	<ul style="list-style-type: none"> - The Spiritual Connection Questionnaire (SCQ-14) - Mindful Attention Awareness Scale (MAAS). 15-item scale - The Body Awareness Questionnaire (BAQ) - The Self-Compassion Scale (SCS) 	Generally, higher levels of mindfulness, spirituality, body awareness and self-compassion were found in the Eastern movement forms (Yoga, Aikido and Judo) in contrast to the controls. However, in comparison to Aikido and Judo, Yoga emerged to be the most prominent with respect to the examined four characteristics	Intervention studies are needed to explore the causal relationship(s) between these practices and the variables studied, which may lead to safe recommendations for selecting a specific activity for mental health benefits

Bibliography

- Kroll W, Carlson BR. Discriminant Function and Hierarchical Grouping Analysis of Karate Participants' Personality Profiles. *Res Q Am Assoc Health Phys Educ.* 1967;38:405-11.
- Kroll W, Crenshaw W. Multivariate personality profile analysis of four athletic groups. In: Kenyon GS. *Proceedings of the Second International Congress of Sport Psychology.* Chicago: Athletic Institute; 1970. p.97-106
- Pyecha J. Comparative effects of judo and selected physical education activities on male university freshman personality traits. *Res Q Am Assoc Health Phys Educ.* 1970; 41:425-31.
- Rothpearl A. Personality traits in martial artists: A descriptive approach. *Percept Mot Skills.* 1980;50:395-401.
- Fuller JR. Martial arts and psychological health. *Br J Health Psychol.* 1988;61:317-28.
- Saponek DT. Aikido: A model for brief strategic therapy. *Fam Process.* 1980;19:227-38.
- Benedetti S. Aikido. *Le livre du Débutant.* Aix en Provence. Les Éditions du soleil Levant; 1993.
- Protin A. *Aikido, un art martial, une autre manière d'être.* St Jean de Braye. Editions Dangles; 1977.
- Crum T. *The magic of conflict: Turning a life of work into a work of art.* New York. Touchstone; 1987.
- Westbrook A, Ratti O. *Aikido and the dynamic sphere.* Tokyo. Charles E. Tuttle Publishing Co. Inc.; 1970.
- Rothman, R. *Aikido Sensibilities: The Sociosomatics of Connection and Its Role in the Constitution of Community at North Bay Aikido in Santa Cruz, California.* [Doctoral thesis]. Santa Cruz. University of California; 2000.
- Noy C. An aikidōka's contribution to the teaching of qualitative inquiry. *Qual Res J.* 2015;15:4-21.
- Hourani L, Tueller S, Kizakevich P, Lewis G, Strange L, Weimer B, et al. Toward preventing post-traumatic stress disorder: development and testing of a pilot predeployment stress inoculation training program. *Mil Med.* 2016;181:1151-60.
- Sanati E, Kordi YA, Parandavarfar S, Yazdani F. Comparison of sense of wrist joint position between aikidokas and healthy people. *J Martial Arts Anthropol.* 2021;21:38-46.
- Gibson JJ. *The senses considered as perceptual systems.* Boston. Houghton Mifflin Company; 1966.
- Tuthill JC, Azim E. Proprioception. *Curr Biol.* 2018;28:R194-R203.
- Gellhorn E. Motion and emotion: The role of proprioception in the physiology and pathology of the emotions. *Psychol Rev.* 1964;71:457-72.
- Stevens J. *Paz abundante.* Barcelona. La biografía de Morihei Ueshiba, fundador del aikido. Biblioteca Salud. Editorial Kairós; 1997.
- Lukoff D, Strozzi-Heckler R. Aikido: A martial art with mindfulness, somatic, relational, and spiritual benefits for veterans. *Spiritual Clin Pract.* 2017;4:81.
- Snell C. At the threshold: approaching inter-subjectivity in the creative process with somatic Aikido methodology. *J Dance Somat Pract.* 2012;4:249-56.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol.* 2021;74:790-9.
- Delva-Tauillili J. Does brief Aikido training reduce aggression of youth? *Percept Mot Skills.* 1995;80:297-8.
- Foster YA. Brief aikido training versus karate and golf training and university students' scores on self-esteem, anxiety, and expression of anger. *Percept Mot Skills.* 1997;84:609-10.
- Lothes J, Hakan R, Kassab K. Aikido experience and its relation to mindfulness: A two-part study. *Percept Mot Skills.* 2013;116:30-9.
- Cuellar Hidalgo R, Bazán Ramírez A, Araya Vargas GA. Effects of practicing aikido on mindfulness and anxiety in Costa Rica university students. *Retos.* 2019:13-9.
- Weiss TC, Dickstein BD, Hansel JE, Schumm JA, Chard KM. Aikido as an augment to residential posttraumatic stress disorder treatment. *Mil Psychol.* 2017;29:615-22.
- Szabolcs Z, Szabo A, Kóteles F. Acute psychological effects of aikido training. *Balt J Sport Health Sci.* 2019;1.
- Ben-Soussan TD, Glicksohn J, De Fano A, Mauro F, Marson F, Modica M, et al. Embodied time: Time production in advanced Quadrato and Aikido practitioners. *PsyCh Journal.* 2019;8:8-16.
- Szabolcs Z, Csala B, Szabo A, Kóteles F. Psychological aspects of three movement forms of Eastern origin: a comparative study of aikido, judo and yoga. *Ann Leis Res.* 2021:1-21.

A systematic review on the application of Aikido as a psychosomatic tool in therapeutic setting (Part II)

Sebastián Gómez-Lozano^{1*}, Maria Antonia Hurtado-Guapo², Clare Kelly-Lahon³, Jesús Arce-Moreno¹, Kiko León^{1,4}, Alfonso Vargas-Macías⁵

¹Performing Arts Research Group. Faculty of Sport. Catholic San Antonio University. Murcia. Spain. ²IT Services. University of Extremadura. Badajoz. Spain. ³Department of Marketing, Tourism and Sport. Atlantic Technological University. Sligo. Ireland. ⁴Faculty of Sport Science. University of Extremadura. Cáceres. Spain. ⁵Telehusa Centre for Flamenco Research. Cádiz. Spain.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00137

Recibido: 15/11/2022

Aceptado: 20/12/2022

Summary

It is our contention that Aikido may have sufficient support for its use in complementary therapies in the field of clinical treatment. However, as far as we are aware, no extensive scientific studies highlighting the application of Aikido as a psychosomatic therapy in the field of psychological behavioural disorders has been carried out. Our aim here was to conduct a systematic review of scientific studies associated with the possible psychosomatic benefits of Aikido practice and to examine whether there is any theoretical basis for this psychosomatic health connection. In terms of methodology, a systematic review of published scientific literature on health and Aikido was conducted in adherence with PRISMA guidelines. Three aspects of the application of Aikido were identified, one corresponding to phases more susceptible to psycho-emotional instability such as during the period of adolescence; another aspect related to the treatment of overcoming trauma in subjects with post-traumatic stress disorder and the final aspect related to the improvements as a result of the practical intervention of mindfulness. It is evident from our review, that the treatment of Aikido as a discipline with psychotherapeutic potential requires further expert analysis from a cross-disciplinary and interdisciplinary perspective, which would involve establishing a suitable intervention model in order to attain a deeper understanding of the discipline of Aikido. Moreover, a mastery of the field of psychology and psychiatry is required to understand the internal cognitive processes of the subjects studied.

Key words:

Proprioception. Mindfulness. Martial arts. Complementary therapy. Health. Well-being.

Una revisión sistemática sobre la aplicación del Aikido como una herramienta psicósomática en sectores terapéuticos (Parte II)

Resumen

Hasta donde tenemos conocimiento no existe un campo de carácter científico extenso de la aplicación terapéutica de relación psicósomática en el Aikido, en el entorno de los trastornos y afecciones psicológicas del comportamiento. Partimos de la hipótesis de que el Aikido podría tener un respaldo suficiente en su uso en terapias complementarias al ámbito de los tratamientos clínicos. Nuestra finalidad fue realizar una revisión sistemática sobre los estudios de carácter científico asociados a los posibles beneficios psicósomáticos de la práctica del Aikido y comprobar si hay una teoría entre esta conexión de salud psicósomática. Metodológicamente se realizó una revisión sistemática de la literatura científica publicada en materia de salud y Aikido. Para su elaboración se han seguido las directrices de la declaración PRISMA. Se observan tres vertientes de aplicación del Aikido, una correspondiente a fases más susceptibles de inestabilidad psicoemocional como es la adolescencia. Otra vertiente relacionada con el tratamiento de superación de traumas en sujetos con trastorno por estrés postraumático y una última relacionada con la mejora de los aspectos relacionado con la intervención práctica de mindfulness. Se evidencia que el tratamiento del Aikido como una disciplina con potencial psicoterapéutico que requiere de un mayor análisis de expertos desde una perspectiva transdisciplinar e interdisciplinar, que permita encontrar un modelo de intervención idóneo para tener un conocimiento más profundo de la disciplina del Aikido. Además, se requiere un dominio del campo de la psicología y de la psiquiatría que permita entender los procesos cognitivos internos de los sujetos estudiados.

Palabras clave:

Propiocepción. Mindfulness. Artes marciales. Terapia complementaria. Salud. Bienestar

Correspondencia: Sebastián Gómez-Lozano
E-mail: sglozano@ucam.edu

Discussion

Aikido as a contemporary Martial Art of the 20th century spread to the West when Morihei Ueshiba decided in 1966 to send his disciples to spread his teachings beyond Japan's borders. This is the case of Mitsumisi Yoshimitsu Yamada (Tokyo, 1938), Mitsunari Kanai (Manchuoko, 1938-Toronto, 2004) in the United States, Masamichi Noro (Aomori, 1935 - Paris, 2013) in France and Nobuyoshi Tamura (Osaka, 1933 - Trets, 2010) in Germany. The first bibliographical reference reflecting on the psychotherapeutic benefits of Aikido was written by Saposnek in 1980⁶. Fuller in 1988⁵. The reference carried a note that clinical and psychotherapeutic applications are in an emerging phase and highlights the psychological characteristics of the Art of Aikido considering the possible uses of the principles of this Martial Art as a systemic or indeed, complementary therapy. This view was previously obscured during the 1960's and 1970's mainly due to the use of Martial Arts in the film industry. The film industry model, spearheaded mainly by Bruce Lee (1940-1973), along with its philosophy and openness to the West on the Zen foundations of the Martial Arts³⁰, contributed to the distortion in interpreting the spiritual and ethical foundations of the Martial Arts⁵.

It was Delva-Tauillili in 1995²² who wrote the first quasi-experimental article on the benefits of Aikido and this was published in the field of psychology. Although, hitherto, Madenlian in 1979³¹, published the first study to analyse a treatment programme involving Aikido on pre-adolescent boys with behavioural problems and self-concept. This article

was excluded from this systematic review as it was published as a chapter in the same year. In any case, the purpose of Delva-Tauillili's²² article was to test whether the practice of Aikido reduced aggressive behaviour in pre-adolescents in a secondary school in Honolulu (Hawaii-USA). More recently, similar research in the field of psychology was carried out by Foster in 1997²³ in Wichita (Kansas-USA), by Lothes II, Hakan, & Kassab in 2013²⁴ in Wilmington (North Carolina-USA), by Weiss *et al.* in 2017²⁶ in Cincinnati (Ohio-USA). It is only very recently that for the first time the interest in Aikido at a scientific level has developed beyond the borders of the USA, and where we find studies, all of which were published in 2019, by Cuellar, Bazán & Araya²⁵ in San José (Costa Rica), by Szabolcs, Szabo & Köteles²⁷ in Budapest (Hungary) and by Ben-Soussan *et al.*²⁸ in Rome (Italy). From this year of publications, we only find continuity in the team of Szabolcs *et al.*²⁹ when in 2021 they published an article with the aim of studying aspects such as spirituality, mindfulness, body awareness, and self-compassion in healthy individuals, through Aikido (Table 3). Possibly the expansion of the influence of Aikido as a Japanese 'product' in North America is due not only to the 'evangelisation' of Aikido by Morihei Ueshiba's disciples, but also to the migration of Japanese citizens to the USA, where the island of Hawaii became an intermediate step to reach the North American continent³².

Still, Aikido as a research practice is also relevant to the somatic domain with a focus on aspects of Mindfulness^{24,25,28,29} or flow experience²⁷ (Table 2). The aspects highlighted in the origin of Buddhism constitute an authentic part of the Zen spirit³³. This trajectory centred on a type

Table 2. Descriptive data.

Authors (Year)	Title	DOI	Journal	Location*
1 Jorge Delva-Tauillili (1995)	Does brief Aikido training reduce aggression of youth?	10.2466/pms.1995.80.1.29	Perceptual and Motor Skill 80:297-298	Hawaii, Honolulu (USA)
2 Yumi Akuzawa Foster (1997)	Brief Aikido training versus karate and golf training And university students' scores on self-esteem, anxiety, and expression of anger	10.2466/pms.1997.84.2.609	Perceptual and Motor Skills 84:609-610	Wichita, Kansas (USA)
3 John Lothes II, Robert Hakan, Karin Kassab (2013)	Aikido Experience and its Relation to Mindfulness: A Two-Part Study	10.2466/22.23.PMS.116.1.30-39	Perceptual & Motor Skills: Learning & Memory 116(1):30-39	Wilmington, North Carolina (USA)
4 Tobias C. Weiss, Benjamin D. Dickstein, Joseph E. Hansel, Jeremiah A.Schumm, Kathleen M. Chard (2017)	Aikido as an Augment to Residential Posttraumatic Stress Disorder Treatment	10.1037/mil0000194	Military Psychology, 29(6):615-622	Cincinnati, Ohio (USA)
5 Rodrigo Cuéllar Hidalgo, Aldo Bazán Ramírez, Gerardo Alonso Araya Vargas (2019)	Effects of Aikido practicing on mindfulness and anxiety in Costa Rican university students	10.47197/retos.v0i35.62044	Retos 35:13-19	San José (Costa Rica)
6 Zsuzsanna Szabolcs, Attila Szabo, Ferenc Köteles (2019)	Acute psychological effects of Aikido training	10.33607/bjshs.v11i2i1.778	Baltic Journal of Sport & Health Science. 1(112): 42-49	Budapest (Hungaria)
7 Tal Dotan Ben-Soussan, Joseph Glicksohn, Antonio De Fano, Federica Mauro, Fabio Marson,Manuela Modica, Caterina Pesce (2019)	Embodied time: Time production in advanced Quadrato and Aikido practitioners	10.1002/pchj.266	Psychology Journal 8:8-16	Roma (Italy)
8 Zsuzsanna Szabolcs, Barbara Csala, Attila Szabo, Ferenc Köteles (2021)	Psychological aspects of three movement forms of Eastern origin: a comparative study of Aikido, Judo and Yoga	10.1080/11745398.2020.1843507	Annals of Leisure Research 1-21	Budapest (Hungaria)

*Location of the Research Group from which the interest in carrying out a quasi-experimental analysis on the analysis of psychological variables in Aikido has arisen.

of attitude towards life seems to stand out in the results obtained in relation to the contributions of Aikido to psychological health. There are also more specific clinical applications on aspects that influence the emotional state such as self-esteem as well as the level of anger and anxiety²⁴, or its effect on aggressiveness²². According to Fuller in 1988⁵, the strategies used in Aikido for the management of certain problematic states such as anger control, could help to provide alternative or additional ways of working with subjects with temper control difficulties. The findings from the use of Aikido as a continuous therapy applied over a period of two years to individuals diagnosed with PTSD²⁶, provide evidence of significant positive effect. In this case the aim was to support symptoms as a whole, because of stress inoculation as a result of PTSD. Hourani *et al.*¹³ previously applied training programmes using Aikido to US military marines in order to acquire emotional management strategies in stressful situations.

In this type of analysis of the psychosomatic relationship in Aikido and its possible benefits as a therapy to help population groups with or without diagnosis, it is complex to draw conclusions about the influence of Aikido on human behaviour. In this sense, it is worth noting first that the creation of specific programmes in order to apply both strategies, resources and teachings of Aikido as we have found in the review conducted was not validated by external experts. Despite this, three research projects^{22,25,26} were considered as particularly significant. These studies are the only ones found in the scientific literature on intervention programmes through Aikido applied to diverse population groups outside the regulated regime of this Martial Art. Our findings show 21 pre-adolescent island boys between 9 and 12 years old²², 98 war veterans, 52 males with an average age of 52.06 + 10.39 and 46 females with an average age of 46.61 + 8.24 (Weiss *et al.*, 2017). And, in a final instance, 12 adults (10 males, 2 females) of varied age range between 18 and 62 years with a mean age of 28.67 + 12.43 (Table 3)²⁵. In total since the first publication, 83 subjects (males) and 48 (females) outside the field of Aikido have experimented in their first contact with this discipline to test its effects. In the case of Tauilli's study²² where the sample was Pacific Islander pre-adolescents, emotional regulation skills were analysed, that is, giving an appropriate response to the emotions that we experience in each situation; such as, tolerance to frustration, the degree of self-control and in general, the management of aggressive behaviour. Moon³⁴ refers to Aikido as a discipline which is suitable for neutralising and integrating the attacker and as having the potential ability to handle physical violence. In other words, it neutralises and harmlessly redirects the attacker's aggression.

Weiss *et al.*²⁶ examined whether Aikido as part of the treatment of war veterans improved symptoms associated with PTSD, such as flashbacks, nightmares, severe distress and uncontrollable thoughts about a witnessed or experienced traumatic situation. In the study by Weiss *et al.*²⁶ the depression factor, a mental as well as an emotional disorder, was treated as a collateral factor of PTSD. With regard to the study of adults in the university population by Cuellar, Bazán & Araya²⁵, the positive changes that were perceived as a result of the practice of Aikido were on mindfulness (psychic and somatic component) and the state of anxiety (Table 4). It is necessary to point out here that Morihei Ueshiba's philosophy, in its purest form, stems from the psychosomatic relationship of Aikido with the opponent. This philosophy projects a

system of interaction between two human beings in which a maxim of his *budo*, "love reconciliation", seems to be the essential axis of his work³⁵. This maxim in any case speaks of forgiveness, compassion for the other or self-compassion, as characteristics rooted in both Eastern philosophy and spirituality²⁹. Such was Morihei Ueshiba's wish, Aikido as a vehicle of protection for the whole world, with love replacing harm and indeed, death³⁵. Accordingly, there is no doubt that this system of interaction in Aikido would embody, as a starting hypothesis, a therapeutic healing effect.

On the other hand, in the context of Aikido schools, we found a study population of 20 initiates²³, where the rank, gender or age of the participants is not specified. Subsequently, Lothes *et al.*²⁴ collected data in a first study of a sample of 159 aikidokas belonging to the US territory, distinguishing (111 males and 49 females). Lothes *et al.*²⁴ found 86 subjects below black belt or *Kyu ranks*, (60 males & 26 females) and 53 with black belt rank (males & females). In a second study they recruited 12 aikidokas (9 males & 3 females) although in both studies they do not specify the age of these participants. Szabols *et al.*²⁷, meanwhile, recruited 53 adults of mean age 37.2 + 10.56 (45 males & 8 females), of whom 27 subjects were below black belt, and 26 above black belt. Ben-Sousan *et al.*²⁸ collected data from 11 adult Aikido practitioners of mean age 47.8 + 12.04 (4 males & 7 females) without knowing the rank, nor the years of training. Finally Szabolcs *et al.*²⁹ were able to recruit 121 adult aikidokas with a mean age of 37.26 + 10.72 (99 males & 21 females). A total of 247 aikidoka have been questioned since 1997 and 227 since 2013 in the last decade where interest in studying aikidoka personality traits has grown. Most of the studies make a comparison with control groups of the same age not included in the programme²², with healthy people chosen from another field²⁴, or with other practitioners of other sports²³. We can observe control groups that are very unbalanced in number with those analysed on the basis of the practice of Aikido, such as that of Lothes II *et al.*²⁴ in their first study.

Regardless of whether the sample of individuals is drawn from practice schools^{23,24,27-29}, or if the training programme was implemented in a different setting than usual^{22,25,26}, the questionnaire tool seems to have facilitated greater consistency in the sample size studied, whether online²⁴ or on-site²⁷. In any case, there is an interest in studying the influence on interpersonal psychological behaviour through Aikido as an internal conflict resolution tool. First of all, it can be seen in terms of a phase or stage considered as being particularly conflictive in human beings, such as in adolescence. During adolescence, conflict is considered adaptive, as conflictual interactions have a relational developmental purpose between children and parents³⁶. In the study of Pacific Islander pre-adolescents, the aim is to analyse certain variables of emotional regulation by these children in order to see if they are able to improve them²³. Secondly, in a separate study, Aikido is used as part of a treatment for those diagnosed with PTSD, and the association with depression as the most characteristic trait of ex-war veterans²⁶ (Table 3).

Internal conflict is the origin of behavioural traits such as low frustration tolerance, high irritability, high irascibility, poor control of aggression or anxiety and poor management of these states^{22,25,26}. These traits are related to a lack of self-esteem and self-confidence^{23,24} (Table 4). Because Aikido harnesses the natural abilities of being human, it offers an immediate sense of empowerment to beginners, which can enhance

Table 3. Objectives and methodologies.

Authors (Year)	Objective	Sample	Design	Intervention*
1 Delva-Tauiiili (1995)	To examine whether the practice of Aikido, a non-violent Japanese martial art, effectively reduces aggressive behaviour of preadolescent youth	42 Male Preadolescent Youth, Asian and Pacific Islanders aged 9-12 years (Experimental group: 21 subjects; Control group of 21 subjects on waiting list)	Pre-test and post-test mean scores were performed and compared between the control and experimental groups, before and after 2 weeks of daily training from Monday to Friday	Training on the Basic Principles of Aikido with a methodological structure adapted in the school for pre-adolescents
2 Foster (1997)	To investigate if Aikido training is effective in improving selected aspects of personality	69 volunteers were university physical education students from Ohio State University and Stanford University. The 4 initiation groups were divided into three modalities: experimental group of 20 Aikido initiates, 24 karate initiates, 13 golf initiates. There was also a control group of 12 golf initiates	Pre-test and post-test of the means of the variables were carried out over a period of 10 weeks of training	Aikido initiation course in the University context
3 Lothes II, Hakan, & Kassab (2013)	To examine the potential association of training in Aikido may have on mindfulness	179 adult participants over 18 years of age were recruited via email and online. Study I: Experimental group: 159 participants (111 male, 48 female) Aikido students. Control group: 20 participants (4 male, 16 female) psychology students with no martial arts experience. Study II: Experimental group: 12 volunteer Aikido practitioners (3 females, 9 males). Control group: 20 psychology students (13 females, 7 males)	Study I: A cross-sectional data collection for the questionnaires for each subject was carried out online. It took 5 months to collect the 159 surveys and the levels of experience were compared with the ranks acquired and the length of practice experience Study II: Longitudinal design of the experimental group with a control group	Study I: There was no training programme designed ex-profeso within the context of Aikido schools in the USA. Study II: A design was made to insert Mindfulness practices during their Aikido training
4 Weiss <i>et al.</i> (2017)	To examine the effects of augmenting an evidenced-based residential Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) treatment program for veterans with group-based instruction in Aikido	193 Former Vietnam War veterans (108 men/85 women) receiving residential treatment for Post-Traumatic Stress Disorder at a Midwest Veterans Affairs Medical Center. Cognitive processing therapy was part of their primary treatment	Quasi-experimental cohort design with a 7-week follow-up for an overall duration of 52 months. Measurement cohorts were applied to both groups of 85 women and 108 men assigned to practise Aikido and non-Aikido in such programmes	Specially designed programme as complementary therapeutic treatment for war veterans
5 Cuéllar, Bazán & Araya (2019)	To examine the effect of practising Aikido on mindfulness and anxiety state in university students with no previous experience in martial arts	24 students from the University of Costa Rica. The experimental group consisted of 12 students from different careers (10 males and 2 females; ages 18-62 years); and the control group consisted of 12 students from the Bachelor in Human Movement Sciences (9 males and 3 females; ages 21-34 years)	Quasi-experimental design, with pre- and post-treatment measurements, with one experimental group and one active control group. Implementation programme based on an 11-week training programme (two weekly sessions of 2 hours each).	Specially designed programme in a context outside of Aikido schools
6 Szabolcs, & Szabo, Köteles (2019)	To examine for the first time the hypothesis that Aikido training, like many other western forms of organised physical activities, has acute psychological benefits as manifested via favourable changes in affect and the flow experience	53 participants were recruited from Aikido clubs of the Aikido Foundation in the metropolitan area of Budapest aged 18-57 years (85% male-15% female). who practised Aikido as a regular recreational activity	Cohort design at least 3 surveys data collections were conducted for one of the variables and another at least 1 time	The programme included the Aikido sports schools' own training sessions
7 Ben-Soussan <i>et al.</i> (2019)	To examine the effect of Mindful Movements (MMs-specific types of mind-body coordination-demanding physical activity) on Time Perception (TP)	34 healthy adults volunteered, including 11 practitioners of Aikido (4 males and 7 females) and 9 practitioners of advanced <i>Quadrato</i> Motor Training (4 males and 5 females) and 14 physically inactive controls (7 males and 7 females)	A mixed observational study	There was no specific design. They were collected directly from the Aikido Schools

(continue)

Table 3. Objectives and methodologies (continuation).

8	Szabolcs <i>et al.</i> (2021)	To examine four characteristics rooted in Eastern philosophy and religious practice, i.e spirituality, mindfulness, body awareness, and self-compassion in healthy individuals	Experimental group of 265 subjects (Aikido with n= 121, 18% female: average age 37+11 years; Yoga with 75, 84% female, average age 44+11 years)- Control group with 76 subjects, 67% female, average age 27 + 9 years old	Cross-sectional study collecting survey data via online questionnaires from subjects belonging to their own sports schools	There was no intervention programme or implementation in the design
---	-------------------------------	--	---	--	---

*Context of Aikido intervention in this study based on the phases, exercises and fundamentals that are developed in its routines or training protocols.

self-esteem⁵. The interaction systems that incorporate the conflict itself during the confrontation, designs coping strategies according to some authors as a psychotherapeutic model with great healing potential³⁵. Aikido has built-in resources and procedures for dealing with adaptive conflict in interpersonal combat with the other. We can describe as an example two types: the techniques called *Tai Sabaki*, a type of dodging based on moving away from the path of the attack just before impact in order to proceed to use this energy to redirect the conflict. Others, those of psychophysical preparation to face the conflict known as *Aiki Taiso*, based on breathing techniques and meditation. In this last group, the studies proceed to analyse the effects of Aikido training on psychological or mental variables such as mindfulness²⁵, flow experience, skill-challenge harmony, oneness with the experience²⁷. Time Perception Production²⁸, assesses the importance, experience and beliefs of spiritual connection to an inner power, interpersonal energy, ultimate force, so it measures an aspect of spirituality²⁹ (Table 4).

Aikido, fundamentally based on this system of psychosomatic relationship with the other, as described earlier, is not only hypothesised to reduce and help aggressiveness, improve self-confidence or improve anxiety control and management, but seems to also establish a sensitive connection from the earthly to the spiritual and vice-versa. Moon³⁴ alludes to the words of O'Sensei or Morihei Ueshiba where he explains that victory at the expense of others is not true victory; the benefit lies in when your actions help to overcome the mental conflict in yourself. Moon³⁴ also points out to the meaning of *Aiki* not as a technique to fight or defeat the enemy, but as a way of reconciliation with oneself.

However, Delva-Tauiilili²² found no significant differences between practitioners enrolled in an Aikido programme and the control group in terms of aggression and self-control variables. Foster²³ also found no significant differences between the pre-test and post-test in the Aikido group in terms of self-esteem, state anxiety, trait anxiety or anger expression. In this study the Karate group showed significantly lower means than the Aikido group on trait and state anxiety, and anger expression. In the same vein Lothes *et al.*²⁴ found no significant differences from the pre-test and post-test in the Aikido group, in relation to self-esteem, anxiety state, trait anxiety and anger expression. Even compared to the Karate group, the latter showed significantly lower means in trait anxiety. Anxiety is a predisposing factor for aggression. Aggression is channelled through releasing aggression or, on the contrary, other strategies have to be applied. Rohtpearl (1980)⁴ based on an analysis of karatekas of different ranks, confirmed the cathartic and circular theories of aggression, so that the results where karatekas show lower levels of anxiety may be

due to this theory. Aggression is regarded as something to be treated in martial arts, especially in the use of Taekwondo³⁷. Regardless of the age of the subjects, or whether or not they continuously practise Aikido in their lives, these findings²²⁻²⁴ suggest that the anxiety-aggressiveness binomial requires other alternative or complementary therapeutic treatments to psychiatry, beyond the practice of Aikido (Table 4).

Contrastingly, we observed a lack of homogenisation of the protocols analysed in relation to the analysis of the independent variable, Aikido. The analysis of this Art requires approaching the developed senses of corporeality, embodiment and aesthetic pleasures in a somatic teaching felt by individuals¹². It is necessary to observe the qualitative aspects of this evidence, in that in many occasions, teaching processes are not taken into account and integrated in understanding of the phenomenon at the individual level in order to experience real transformation³⁸. It may be this lack of somatisation as integrated in the foundations established by Morihei Ueshiba that certain factors of emotional regulation have not reflected improvements in the studies of Delva-Tauiilili, Foster, and Lothes *et al.*²²⁻²⁴.

We must not forget that Morihei Ueshiba was a mystic with enlightening experiences like St. John of the Cross in the Christian tradition. Master Ueshiba focused on transmitting generationally using a key concept in Aikido: *kimusubi* which means "uniting oneself with one's partner". uniting your own ki with that of the other without fissures. *Aiki*, "gathering ki", is similar to *ki-musubi* but with more emphasis on the momentum and harmonisation of a conflicting force¹⁸. The essence of Morihei Ueshiba's work on the transcendence of the human being from the physical interaction of conflict and overcoming it through the Art of Aikido is the basis of healing. The expression 'loving reconciliation' is common in his terminology³⁵. The influence of Shintoism or Buddhism and even *Mikkyo* seems to be present in the figure of Morihei Ueshiba. *Mikkyo*, considered to be the most mystical branch of Buddhism in addition to instruction in the teachings and practices of the tradition, involves and requires "*kanjo* empowerments" (initiatory power transmissions)³⁹. Morihei Ueshiba uses 'transcendence' as the tool to aid healing. Transcendence was sought by Morihei Ueshiba on the basis that human beings naturally have a creative expansive potential to be developed, where they are capable of states beyond the physical⁴⁰. This is based on subjective perceptual experiences that transcend certain states (*hypereo*). This concept in the world of arts and dance was interpreted by the choreographer Erick Hawkins, as the need to expand a core concept in movement work: "kinesthetic awareness". This is defined as the sensation of movement in a somatic connection of muscles, fascia

Table 4. Variables, scales of measurement and results.

Authors (Year)	Psychological, somatic, cognitive and emotional variables	Scales and measures	Relevant results	Conclusions
1 Delva-Tauiilili (1995)	<ul style="list-style-type: none"> - Frustration tolerance - Problem behaviours - Self-control - Aggressive behaviour 	<ul style="list-style-type: none"> - Teacher's Self-control Rating Scale and on aggressive behaviour - Subscales of the Child Behaviour Rating Scale 	No significant differences were found in aggressive behaviour and self-control between the Aikido group and the control group	Methodological limitations such as the lack of randomisation in the groups and the short training time are not sufficient to have a significant effect
2 Foster (1997)	<ul style="list-style-type: none"> - Self-esteem - State-anxiety - Anger 	<ul style="list-style-type: none"> - Self-esteem Scale - State-trait Anxiety Inventory - Anger Expressions Scales from the State-Trait Anger Expression Inventory 	No significant differences were found between the pre-test and post-test in the Aikido group in terms of self-esteem, state anxiety, trait anxiety or anger expression. The Karate group showed significantly lower means on trait anxiety, state anxiety and anger expression	The subjects should be observed for several years of training to evaluate changes in test scores
3 Lothes II, Hakan, & Kassab (2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Mindfulness Skills - Mindfulness attention awareness 	<ul style="list-style-type: none"> - Kentucky Inventory of Mindfulness - Skills and Mindfulness Attention Awareness Scale 	The results of both studies show significant increases in mindfulness scores with Aikido training	This kind of field of knowledge requires longitudinal designs and empirical research to progress further
4 Weiss <i>et al.</i> (2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Posttraumatic Stress Disorder (PTSD) - Depression symptom 	<ul style="list-style-type: none"> - PTSD Checklist Stressor Specific Version (PCLS) - Clinician Administered PTSD-Scale (CAPS) - Beck Depression Inventory: Second Edition (BDI-II) 	Female veterans who received Aikido experienced a greater decrease in self-reported PTSD and depression symptoms during treatment. No benefits were found in men	The results of this study are affected by certain limitations such as not using a randomised design, which increases the risk of possible therapist and Aikido instructor effects. Furthermore, a better understanding of the mechanism underlying Aikido needs to be developed to help clinicians
5 Cuéllar, Bazán & Araya (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Mindfulness - Psychic Component (PC) of anxiety - Somatic Component (SC) of anxiety 	<ul style="list-style-type: none"> - Mindfulness Attention Awareness Scale (MAAS) - Hamilton Anxiety Scale (HAS) 	Positive effects of Aikido practice on mindfulness and anxiety status were evident. Overall, Aikido practice showed significant effects on mindfulness and anxiety PC and a significant and small effect on SC	The results show that practising Aikido, as might be the case with other martial arts, brings a benefit in mood that exceeds that which can be obtained from regular physical activity as part of an active lifestyle
6 Szabolcs, & Szabo, Köteles (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Flow experience - Skill-challenge harmony - Oneness with the experience. - Positive affect and negative affect 	<ul style="list-style-type: none"> - 10-item psychometrically validate Hungarian version of this instrument (PANAS-HU) based in The Positive Affect Negative Affect Scale (PANAS) - The Hungarian Flow State Questionnaire (FSQ): derived from several versions of the Flow State Scale (FSS) 	The flow experience in aikidokas is similar to aerobic or spinning exercise. More experienced aikidokas reported a higher skill-challenge harmony than less experienced martial artists	These findings reveal relatively clearly for the very first time in the literature that Aikido practice has acute, or immediate, psychological benefits similar to other martial arts and exercises
7 Ben-Soussan <i>et al.</i> (2019)	<ul style="list-style-type: none"> - Time Production (TP): link bodily perception, human time perception and Mindfulness - Homolateral interlimb coordination - Creativity 	<ul style="list-style-type: none"> - TP/Time-production task - Homolateral interlimb coordination task - Creativity Task (Alternate Uses Task) 	No differences were found between the Aikido and the control group	Future studies should extend the current results, including a larger sample, several training regimes for interventional testing, and additional neuroscientific measures to investigate the hypothesized neural mechanisms
8 Szabolcs <i>et al.</i> (2021)	<ul style="list-style-type: none"> - Spirituality - Mindfulness - Body awareness - Self Compassion 	<ul style="list-style-type: none"> - The Spiritual Connection Questionnaire (SCQ-14) - Mindful Attention Awareness Scale (MAAS) - 15-item scale - The Body Awareness Questionnaire (BAQ) - The Self-Compassion Scale (SCS) 	Generally, higher levels of mindfulness, spirituality, body awareness and self-compassion were found in the Eastern movement forms (Yoga, Aikido and Judo) in contrast to the controls. However, in comparison to Aikido and Judo, Yoga emerged to be the most prominent with respect to the examined four characteristics	Intervention studies are needed to explore the causal relationship(s) between these practices and the variables studied, which may lead to safe recommendations for selecting a specific activity for mental health benefits

and tendons with the union of thought ("think-feel") to reach a state of "intellectual knowing with sensory experiencing" among other aspects he incorporated in his somatic trainings the 'Imagery'⁴¹ and the influence also of Zen Buddhism. In this way he developed a method of combining techniques from this Eastern philosophy with Western science⁴².

The psychosomatic benefits that Mindfulness practices bring through mindfulness of the present moment draw from a part of Buddhist philosophy which is deeply rooted in Aikido. In other words, the quality of Mindfulness improves when this modality of Martial Art is practiced²⁵. However, Szabolcs *et al.*²⁹ find that the discipline of Yoga is more beneficial in relation to mindfulness than Aikido or Judo when analysing the global factor of well-being in the human being (Table 4). Therapeutic treatments have been carried out combining the practice of mindfulness and the theoretical-cognitive application of the field of psychoneuroimmunoendocrinology, on topics such as stress, well-being, perception, the importance of emotions in health and empathy⁴³. Psychoneuroimmunology studies those states of abnormal tension produced by an excess of this afferent neuronal excitation flow. Although it has been described that there is an individual variability that seems to be related to specific personality traits as well as to defence and adaptation mechanisms⁴⁴. The psychoneuroimmunoendocrine axis directly reflects the interactions that exist between the psyche, neural functions, endocrine and immune responses⁴⁵. Alterations of stress mediators such as cortisol, as well as local and systemic immune disorders have been described⁴⁶. For example, continuous stressful situations affect the balance of this psychoneuroimmunoendocrine axis, as in the case of post-traumatic stress syndrome in former combatants who have survived a war¹⁹. Aikido seems to have the necessary tools to align this psychoneuroimmunoendocrine axis although other disciplines where there is no confrontational work such as Yoga may embody a better adaptive response. We must not forget that the martial origin can generate a certain tension that unless it is released may not have all the therapeutic potential in its favour.

Fuller in 1988⁵ points out that unlike other arts in which certain skills can be acquired through practice against an imaginary opponent or an inanimate target, Aikido training is almost exclusively interactive. The interaction contains a natural set of checks and balances that continually confront each student with a mirror image of their own behaviour and its effect on others. Aikido's principles of fusion and non-deterrence require students to learn, both literally and metaphorically, to put themselves in the place of their aggressor in order to see how to resolve the conflict. Fuller⁵ notes that Aikido training requires cooperative rather than competitive practice, offering the experience of both personal strength over others and vulnerability at the hands of those same individuals. Its techniques, which provide a constructive means of resolving disputes in a harmless manner, inherently demand an empathetic appreciation of the other person's position.

This review provides us with a vision of Aikido as a Martial Art that could be applied as a complementary or alternative treatment to facilitate the resolution of psychological conflicts or to aid individuals who find themselves in conflictive moments in critical stages of their lives. Since the first experimental studies, there have been attempts to improve the management of emotional skills such as frustration tolerance, self-control, anger management, anxiety, aggressive behaviour

and to achieve true self-confidence. The results so far do not support significant improvements in the application of Aikido programmes as seen in the studies of Delva-Tauiiili²² and Foster²³. Possibly these results are due to the age of the participants in the pre- and post-adolescent stage, the small sample sizes of 21 and 69, or perhaps the duration of the programmes applied, 2.5 and 10 weeks. It is surprising that after Foster's study in 1997²³, Aikido has not been applied again to improve the management of emotional skills.

In this framework of action, we reflect on Morihei Ueshiba's Theory of 'Loving reconciliation'³⁵. This theory is a statement of intent in conflict resolution. It could be a fundamental justification for applying Aikido in the framework of intervention to improve emotional skills in early life stages both pre-adolescence and post-adolescence. But this does not seem to be the case. It is likely that in the case of Aikido something more is needed. We posit possibly a Theory of conflict release, reflected in the Principle of Sphericity where the play of two orbital forces make the attacker or uke role project out of tori's orbit¹⁰. That is to say, 'I welcome the conflict, a union takes place in the void, without an aggressive, harmful or direct contact but by spiral orbital flow into the surrounding space where finally both orbits are released without any trauma between adversaries.

The findings from the study of Aikido in Weiss *et al.*²⁶, in which Aikido was used as a combined therapeutic treatment with Cognitive Processing Therapy (CPT) in ex-military patients from the Vietnam War (1 November 1955 - 30 April 1975) were exceptional. These individuals suffered from Post-traumatic Stress Disorder with symptoms of depression. In this case, even applying 52 weeks of Aikido-based intervention programme only the symptoms were improved in Females compared to their control group. Both in the studies of Delva-Tauiiili²², Foster²³ or Weiss *et al.*²⁶ alluding to the latter, we understand that a better understanding of the mechanisms underlying Aikido is needed, which would help to complement actions in patients who are in the process of clinical treatment or in need of vital well-being.

For this reason, other studies found subsequently: Lothes II, Hakan, & Kassab, 2013; Szabolcs, Szabo & Köteles, 2019; Cuéllar, Bazán & Araya, 2019; Ben-Soussan *et al.* 2019; y Szabolcs *et al.* 2021^{24,25,27-29} have mostly focused directly on aspects of mindfulness, spirituality, self compassion or flow experience.

Conclusion

As a result of this review we have been able to clarify certain psychotherapeutic and clinical aspects of Aikido. In the experimental studies analysed, there is a common denominator based on the sensitive pair work in the interaction between subjects that enhances the overall proprioceptive work of the individual, which we believe to be decisive in the psychosomatic relationship created in Aikido and which heretofore has remained unacknowledged in bibliographical references.

It is our contention that Aikido has the potential to become a discipline suitable for application in all facets of mindfulness work. Furthermore, as a key to the whole systematic review, we highlight the process of interaction with the opponent and the transformation that can come to exist if the management of the confrontation is resolved according to the canons of Aikido and its creator Morihei Ueshiba.

Regardless of the psychological profile of the aikidoka and its field of application, what is essential is to reflect on whether Aikido, as a very sophisticated system in terms of its construction of psychosomatic training techniques, can become useful as a Complementary Therapeutic Treatment in both psychological and psychiatric clinical processes.

If we really know how to control the identical somatic mechanisms originally proposed by Master Morihei Ueshiba in the application of his teaching, we will be able to achieve therapeutic healing. Otherwise, we can consider Aikido as a sports activity or martial work in pairs at the same level as the other modalities, sometimes even below.

Furthermore, a dilemma arises in this analysis based on whether the psychological profile of the practitioner is shaped by the practice of Aikido itself or, on the contrary, whether there is a type of person with certain psychological and personality characteristics who is attracted to this type of discipline.

It is clear that there are limitations to the experimental research found, although it is recognisable that at least some progress has been made since the 1990s.

It is evident that the treatment of Aikido as a discipline with psychotherapeutic potential requires further expert analysis from a transdisciplinary and interdisciplinary perspective to propose an intervention model integrating a profound knowledge of the discipline of Aikido. Additionally, a mastery of the field of psychology and psychiatry is required in order to understand the internal cognitive processes of the subjects studied. For example, it is clear from our review that cross-sectional cohort analyses are not useful in the study of certain emotional variables, but they are useful in the facets and scope of mindfulness.

In the future, longitudinal and qualitatively consistent studies are required in terms of control of the variables that allow the exhaustive follow-up of the subjects in order to fully understand the somato-cognitive processes of the participants themselves in the process of assimilation of the Art of Aikido. The purpose of these processes will be firstly to provide the subjects with practical resources to prevent stressful situations or to face conflicts. And secondly, to help deal with already acquired conflicts in a process of de-traumatisation, de-sensitisation or self-resolution of these conflicts. Proprioception is a multidimensional factor that has not yet been scientifically studied as described above among aikidoka. The psychosomatic relationship with the multidirectional analysis of proprioception would facilitate the understanding of Morihei Ueshiba's precepts regarding the sensory-perceptual and motor state of actions among these Aikido practitioners. Future research should further investigate the relationship with aspects of proprioception in interaction with perception, somato-cognitive, emotions and verbalisation of processes in pairs.

Acknowledgments

The authors would like to thank Ramón Ángel CoyotCuicat Poi Poi Alarcón Sánchez for the contribution of unique bibliographic material of original Aikido sources. We would also like to thank the Telethusa Centre for hosting this project which is weaving together a significant body of knowledge in health and the arts. This article belongs to the Internal Research Project: Proprioception in Chinese internal Martial Arts for Contact Improvisation. - PI/B4/2019. Telethusa Centre.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

- Kroll W, Carlson BR. Discriminant Function and Hierarchical Grouping Analysis of Karate Participants' Personality Profiles'. *Res Q Am Assoc Health Phys Educ.* 1967;38:405-11.
- Kroll W, Crenshaw W. *Multivariate personality profile analysis of four athletic groups.* In: Kenyon GS. Proceedings of the Second International Congress of Sport Psychology. Chicago: Athletic Institute; 1970. p.97-106
- Pyecha J. Comparative effects of judo and selected physical education activities on male university freshman personality traits. *Res Q Am Assoc Health Phys Educ.* 1970;41:425-31.
- Rothpearl A. Personality traits in martial artists: A descriptive approach. *Percept Mot Skills.* 1980;50:395-401.
- Fuller JR. Martial arts and psychological health. *Br J Health Psychol.* 1988;61:317-28.
- Saposnek DT. Aikido: A model for brief strategic therapy. *Fam Process.* 1980;19:227-38.
- Benedetti S. *Aikido. Le livre du Débutant.* Aix en Provence. Les Éditions du soleil Levant; 1993.
- Protin A. *Aikido, un art martial, une autre manière d'être.* St Jean de Braye. Editions Dangles; 1977.
- Crum T. *The magic of conflict: Turning a life of work into a work of art.* New York. Touchstone; 1987.
- Westbrook A, Ratti O. *Aikido and the dynamic sphere.* Tokyo. Charles E. Tuttle Publishing Co. Inc.; 1970.
- Rothman, R. *Aikido Sensibilities: The Sociosomatics of Connection and Its Role in the Constitution of Community at North Bay Aikido in Santa Cruz, California.* [Doctoral thesis]. Santa Cruz. University of California; 2000.
- Noy C. An aikidōka's contribution to the teaching of qualitative inquiry. *Qual Res J.* 2015;15:4-21.
- Hourani L, Tueller S, Kizakevich P, Lewis G, Strange L, Weimer B, et al. Toward preventing post-traumatic stress disorder: development and testing of a pilot predeployment stress inoculation training program. *Mil Med.* 2016;181:1151-60.
- Sanati E, Kordi YA, Parandavarfarid S, Yazdani F. Comparison of sense of wrist joint position between aikidokas and healthy people. *J Martial Arts Anthropol.* 2021;21:38-46.
- Gibson JJ. *The senses considered as perceptual systems.* Boston. Houghton Mifflin Company; 1966.
- Tuthill JC, Azim E. Proprioception. *Curr Biol.* 2018;28:R194-R203.
- Gellhorn E. Motion and emotion: The role of proprioception in the physiology and pathology of the emotions. *Psychol Rev.* 1964;71:457-72.
- Stevens J. *Paz abundante.* Barcelona. La biografía de Morihei Ueshiba, fundador del aikido. Biblioteca Salud. Editorial Kairós; 1997.
- Lukoff D, Strozzi-Heckler R. Aikido: A martial art with mindfulness, somatic, relational, and spiritual benefits for veterans. *Spiritual Clin Pract.* 2017;4:81.
- Snell C. At the threshold: approaching inter-subjectivity in the creative process with somatic Aikido methodology. *J Dance Somat Pract.* 2012;4:249-56.
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol.* 2021;74:790-9.
- Delva-Tauiilili J. Does brief Aikido training reduce aggression of youth? *Percept Mot Skills.* 1995;80:297-8.
- Foster YA. Brief aikido training versus karate and golf training and university students' scores on self-esteem, anxiety, and expression of anger. *Percept Mot Skills.* 1997;84:609-10.
- Lothes J, Hakan R, Kassab K. Aikido experience and its relation to mindfulness: A two-part study. *Percept Mot Skills.* 2013;116:30-9.
- Cuellar Hidalgo R, Bazán Ramírez A, Araya Vargas GA. Effects of practicing aikido on mindfulness and anxiety in Costa Rican university students. *RETOS.* 2019;13-9.
- Weiss TC, Dickstein BD, Hansel JE, Schumm JA, Chard KM. Aikido as an augment to residential posttraumatic stress disorder treatment. *Mil Psychol.* 2017;29:615-22.
- Szabolcs Z, Szabo A, Kóteles F. Acute psychological effects of aikido training. *Balt J Sport Health Sci.* 2019;1.
- Ben-Soussan TD, Glicksohn J, De Fano A, Mauro F, Marson F, Modica M, Pesce C. Embodied time: Time production in advanced Quadrato and Aikido practitioners. *Psych Journal.* 2019;8:8-16.

29. Szabolcs Z, Csala B, Szabo A, Kóteles F. Psychological aspects of three movement forms of Eastern origin: a comparative study of aikido, judo and yoga. *Ann Leis Res.* 2021;1-21.
30. Hyams J. *El Zen en las artes marciales.* New York. Bantam books; 1979.
31. Madenlian RB. An experimental study of the effect of Aikido training on the self-concept of adolescents with behavioral problems. *Dissert Abs Int.* 1979;40:760-1.
32. Boyd M. Oriental immigration: The experience of the Chinese, Japanese, and Filipino populations in the United States. *Int Migr Rev.* 1971;5:48-61.
33. Suzuki S. Not alway so. *Practicing the true spirit of Zen.* New York. San Francisco Zen Center Copy Rights, Harper Collings Publishers; 2002.
34. Moon R. Aikido and Healing: Does this Stuff Really Work. En: Strozzi-Heckler R. *Aikido and the new warrior.* Berkley: North Atlantic Books;1985. p.114-25.
35. Strozzi-Heckler R. *Aikido and the new warrior.* Berkley, California. North Atlantic Books; 1985.
36. Branje S. Development of parent–adolescent relationships: Conflict interactions as a mechanism of change. *Child Dev Perspect.* 2018;12:171-6.
37. Woodward TW. A review of the effects of martial arts practice on health. *Wis Med. J.* 2009;108:40.
38. Juhan D. *Job's Body: A hand book for Bodywork.* New York. Station Hill Press; 1987.
39. McFarlane, S. Buddhism and the new warriors: Eastern martial arts in western contexts. *Contemp Buddhism.* 2001;2:153-68.
40. Fraser AD. In Scheria and the Phaeacians. *Trans Am Philol Assoc.* 1929;60:155-78.
41. Krasnow DH, Chatfield SJ, Barr S, Jensen JL, Dufek JS. Imagery and conditioning practices for dancers. *Dance Res J.* 1997;29:43-64.
42. Novack CJ. *Sharing the dance: Contact improvisation and American culture.* Univ of Wisconsin Press; 1990.
43. Lozada M, D'Adamo P. Las prácticas de integración cuerpo-mente como promotoras de estados emocionales saludables. *Rev Cienc de la Salud.* 2022;20.
44. Ursin H. Personality, activation and somatic health a new psychosomatic theory. In: Levine S, Ursin H. *Coping and Health.* New York: Springer; 1980. p. 259-79.
45. González-Díaz SN, Arias-Cruz A, Elizondo-Villarreal B, Monge-Ortega OP. Psychoneuroimmunoendocrinology: clinical implications. *World Allergy Organ J.* 2017;10:19.
46. Rodríguez ML, Casariego ZJ. Psychoneuroimmunoendocrine syndrome with impact on the stomatognathic system. *Na J Adv Res Rev.* 2020;7:155-65.

Evaluación del consumo máximo de oxígeno pre y post COVID-19 en futbolista de élite en Argentina

Martin Fernando Bruzzese^{1,*}, Nelio Eduardo Bazán², Nicolás Antonio Echandía³, Gastón Cesar Garcia⁴

¹Futbolistas Argentinos Agremiados. Morón. Provincia de Buenos Aires. Argentina. ²Universidad Nacional de Rosario. Rosario. Santa Fe. Argentina. ³Universidad Nacional de Comechingones. Merlo. San Luis. Argentina. ⁴Departamento de Investigación. Instituto de Educación Física, 9016 Jorge Coll, Sede San Rafael, Mendoza. Argentina.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00138

Recibido: 06/09/2022
Aceptado: 02/02/2023

Resumen

Introducción y objetivos: La infección por SARS-CoV-2 parece provocar en muchos atletas un deterioro funcional del rendimiento cardiopulmonar. Se estudió el impacto post COVID-19 en el sistema cardiopulmonar, a través del test de ergoespirometría máxima, en futbolistas profesionales elite.

Material y método: La muestra estuvo compuesta por 10 futbolistas de la primera división AFA (Asociación de Fútbol Argentino), a quienes se realizaron test de consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) pre y post infección por COVID-19. Las variables analizadas fueron VO_{2max} absoluto y relativo, velocidad aeróbica máxima (VAM), primer umbral ventilatorio (VT1), segundo umbral ventilatorio (VT2), frecuencia cardiaca máxima (FC_{max}) y cociente respiratorio (RER).

Resultados: El promedio de la edad fue $22,4 \pm 6,9$ años, masa corporal $71,5 \pm 7,1$ kg y estatura $176,2 \pm 6,9$ cm. Los sujetos post COVID-19 disminuyeron significativamente un 18% el VO_2VT2 ($p = 0,028$) y el RER disminuyó significativamente 5% ($p = 0,02$). La FC_{max} fue la única variable que post COVID-19 se incrementó significativamente 1,8% ($p = 0,04$). No se observaron cambios significativos en la masa corporal; $71,5 \pm 7,1$ vs $73,9 \pm 7,4$ ($p < 0,118$), VO_{2max} $61,7 \pm 5,2$ vs $59,0 \pm 5,1$ ml·kg·min⁻¹ ($p < 0,213$), VAM $18,7 \pm 0,9$ vs $18,6 \pm 0,5$ km·h⁻¹ ($p < 0,739$), VO_2VT1 $39,2 \pm 4,0$ vs $37,8 \pm 4,3$ ml·kg·min⁻¹ ($p < 0,460$), Velocidad al VT1 $11,6 \pm 0,5$ vs $11,8 \pm 0,6$ ($p < 0,480$) y demás variables.

Conclusión: Parece razonable y seguro evaluar a los atletas después de la infección por SARS-CoV-2 con ergoespirometría para asegurar las condiciones de salud y entrenabilidad. En este tipo de atletas (futbolistas elite), la utilización del segundo umbral ventilatorio (VT2) puede ser utilizado como estrategia para observar cambios pos COVID-19. La disminución hallada, puede estar relacionada más al cese del entrenamiento que al daño cardiopulmonar.

Palabras clave:

COVID-19. Rendimiento deportivo.
Ejercicio. Medicina del deporte.
Umbral ventilatorio.

Evaluation of maximum oxygen consumption pre and post COVID-19 in elite soccer player from Argentina

Summary

Introduction and objectives: The SARS-CoV-2 infection appears to cause functional impairment of cardiopulmonary performance in many athletes. We studied the post-COVID-19 impact on the cardiopulmonary system, through the maximal ergospirometry test, in elite professional soccer players.

Material and method: The sample consisted of 10 AFA (Argentine Football Association) first division soccer players, who underwent pre and post COVID-19 infection maximal oxygen uptake (VO_{2max}) tests. The variables analyzed were absolute and relative VO_{2max} , maximal aerobic speed (MAS), first ventilatory threshold (VT1), second ventilatory threshold (VT2), maximal heart rate (HRmax) and respiratory exercise ratio (RER).

Results: The mean age was 22.4 ± 6.9 years, body mass 71.5 ± 7.1 kg and height 176.2 ± 6.9 cm. Post COVID-19 subjects significantly decreased VO_2VT2 by 18% ($P = 0.028$) and RER significantly decreased by 5% ($P = 0.02$). HRmax was the only variable that significantly increased post COVID-19 by 1.8% ($P = 0.04$). No significant changes was observed in body mass 71.5 ± 7.1 vs 73.9 ± 7.4 ($P < 0.118$), VO_{2max} 61.7 ± 5.2 vs 59.0 ± 5.1 ml·kg·min⁻¹ ($P < 0.213$), MAS 18.7 ± 0.9 vs 18.6 ± 0.5 km·h⁻¹ ($P < 0.739$), VO_2VT1 39.2 ± 4.0 vs 37.8 ± 4.3 ml·kg·min⁻¹ ($P < 0.460$), speed at VT1 11.6 ± 0.5 vs 11.8 ± 0.6 ($P < 0.480$) and other variables.

Conclusion: It seems reasonable and safe to evaluate athletes after SARS-CoV-2 infection with ergospirometry to ensure health conditions and trainability. In this type of athletes (elite soccer players), the use of the second ventilatory threshold (VT2) can be used as a strategy to observe post-COVID-19 changes. The decrease found may be related more to the cessation of training than to cardiopulmonary damage.

Key words:

COVID-19. Athletic performance.
Exercise. Sport medicine.
Ventilatory threshold.

Correspondencia: Martin Fernando Bruzzese
E-mail: martinfb@gmail.com

Introducción

La enfermedad del coronavirus-19 (COVID-19) ha afectado a más de 150 millones de personas en todo el mundo¹. Los grandes eventos deportivos (Juegos Olímpicos, campeonatos mundiales y nacionales, entre otros.) tuvieron que ser suspendidos temporalmente, es decir que todo el deporte profesional debió adaptarse a esta situación². Esto se debe principalmente, a que la enfermedad por el virus SARS-CoV-2 es, más allá de su compromiso pulmonar, una enfermedad potencialmente multiorgánica. Es decir, actúa afectando a diferentes órganos y sistemas incluyendo pulmón, corazón, vasos sanguíneos, cerebro, hígado, riñón o intestino³. Como resultado, hay un aumento de personas con secuelas como fibrosis pulmonar, miocarditis, insuficiencia cardíaca crónica o enfermedad renal crónica⁴.

En los deportistas profesionales afectados por COVID-19, siempre existe la duda sobre el impacto que tuvo el virus en el organismo y si el regreso será con plenas condiciones físicas. Las evaluaciones post COVID-19 son importantes en general y especialmente la evaluación máxima del sistema cardiopulmonar⁵. El test de ejercicio cardiopulmonar (TECP) o ergoespirometría permite evaluar de modo dinámico la función cardíaca, respiratoria, metabólica y neuromuscular al analizar los gases ventilados durante una prueba de esfuerzo estandarizada. Permite la medición del consumo de oxígeno y su pico en dicho esfuerzo (VO_{2peak} o VO_{2max}), entre otras múltiples variables fisiológicas y parámetros ergoespirométricos⁶.

En el contexto sanitario actual, el TECP se incluye en la lista de exámenes para el seguimiento de pacientes que han padecido la infección por COVID-19 como por ejemplo en el Grupo de trabajo de la Sociedad Europea de Respiración (ERS), la Sociedad Americana del Tórax (ATS)⁷ y la Sociedad Americana de Cardiología⁸.

Si bien resta mucho por conocer del impacto a largo plazo del COVID-19, las alteraciones y síntomas cardiopulmonares, como disnea o fatiga, puede persistir durante meses y posiblemente estén relacionados con un desacondicionamiento muscular y vascular pulmonar o intersticial relacionado con la infección^{9,10}. En jugadores masculinos de handball de élite, con antecedentes recientes de infección por COVID-19, se evidenció a través de la ergoespirometría una reducción significativa en el VO_{2max} , el pulso de oxígeno y la ventilación pulmonar (VE). Interpretándose que probablemente la infección por COVID-19 provoca un deterioro del rendimiento cardiopulmonar durante el esfuerzo físico¹⁰. Son escasos los estudios en atletas de elite que analizan el impacto del COVID-19 en variables cardiopulmonares.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el impacto post COVID-19 en el sistema cardiopulmonar, a través del test de ergoespirometría máxima, en futbolistas profesionales elite. Este análisis permitirá comprender mejor, cómo afecta dicha enfermedad a atletas altamente entrenados.

Material y método

Población y diseño

La muestra estuvo compuesta por 10 futbolistas de la primera división AFA (Asociación de Fútbol Argentino), con las siguientes caracte-

terísticas; edad $22,4 \pm 6,9$ años, masa corporal $71,5 \pm 7,1$ kg y estatura de pie $176,2 \pm 6,9$ cm.

El estudio tiene un diseño observacional y su nivel de análisis es analítico relacional. La muestra fue seleccionada intencionalmente y por conveniencia. Los futbolistas habían sido evaluados con ergoespirometría previamente a la enfermedad COVID-19, al inicio del periodo de pretemporada 2021, dentro de un protocolo sistemático de valoración de rendimiento que realiza el Club. A los jugadores que dieron positivo para COVID-19 durante este periodo se les realizó un nuevo test con ergoespirometría en su vuelta a la práctica del deporte profesional post COVID, luego de 10 días del alta médica. Esto permitió la comparación de los test de consumo de oxígeno máximo pre y post infección.

Todos los jugadores tuvieron una prueba del SARS-CoV-2 positiva mediante RT-PCR específica en frotis nasofaríngeos para ser incluidos. Los síntomas más frecuentes fueron anosmia, fiebre, astenia, adinamia, aunque 5 sujetos fueron asintomáticos.

El estudio fue realizado de conformidad con la Declaración de Helsinki, y respetando la Resolución 1480/11 del Ministerio de Salud Pública de Argentina, Guía para Investigaciones con Seres Humanos. Se utilizaron los datos de las evaluaciones a que se someten los jugadores de fútbol habitualmente en su carrera deportiva. La participación en este estudio fue voluntaria y se les explicó antes a los jugadores, en qué consistían las mediciones y que se conservó siempre el anonimato de los datos. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los jugadores participantes.

Test ejercicio cardiopulmonar (TECP)

En la prueba de laboratorio, los jugadores realizaron un calentamiento de 3 minutos. La prueba fue incremental, comenzando a $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ aumentándole la velocidad $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ cada 1 minuto hasta el agotamiento, con una pendiente fija al 1%¹². La temperatura media durante la prueba osciló entre $22\text{-}24^\circ\text{C}$. También se midió la masa corporal y la estatura. En cinta se utilizó el analizador de gases modelo K5 de COSMED® (Figura 1). Sus sensores son lineales y de respuesta rápida¹². El sensor de flujo es una turbina digital con rango de flujo de $0,08\text{-}16 \text{ l/s}$, una precisión de $\pm 2\%$ o 50 ml/s , y una resistencia $<0,6 \text{ cmH}_2\text{O s/l}$ hasta 14 l/s . El sensor de O_2 es un controlador de flujo de masa de gas (GFC) con un rango de $0 - 100\%$, una precisión de $\pm 0,02\%$, y un tiempo de respuesta de $\sim 120 \text{ ms}$. El sensor de CO_2 es del tipo infrarrojo no dispersivo (NDIR) con un rango de $0\text{-}10\%$, una precisión de $0,02\%$, y un tiempo de respuesta de $\sim 100 \text{ ms}$. Este tipo de evaluación ha sido descrita en la bibliografía para medir futbolistas profesionales¹³.

Se midió el intercambio de gases con la cámara de mezclado micro dinámica. El software de procesamiento de los datos es el PC OMNIA®. Se midió: consumo de oxígeno (VO_2), producción de dióxido de carbono (VCO_2) y la frecuencia cardíaca (FC). El intercambio de gases se cuantificó con la modalidad cámara de mezcla micro dinámica (MMD) en la que se toman muestras de fracciones proporcionales de gas espirado de varias respiraciones dentro de una cámara pequeña de aproximadamente 2 ml ¹⁵. Se midió la velocidad aeróbica máxima (VAM). Se calculó el VO_2 y CO_2 relativo en $\text{ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$, y cómo % del predicho, el umbral ventilatorio 1 (VT1) y 2 (VT2) en $\text{ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$, la FC en el umbral VT2 y cómo % del VO_{2max} , las velocidades a las cuales se alcanzaron, y la razón de

Figura 1. Analizador de gases portátil utilizado en el estudio.



intercambio respiratorio (RER). Previo a la prueba de TECP, se les realizó electrocardiograma de reposo y ecocardiograma con doppler color cardíaco a todos los jugadores, sin encontrarse anomalías en ninguno de ellos. Durante la prueba de esfuerzo no se observaron arritmias.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados usando el paquete estadístico SPSS® de IBMv22.0. Se realizó la descripción de la muestra indicando media, desvío estándar. Previo al análisis se realizó prueba de normalidad de Shapiro-Wilk con un nivel de significación ($\alpha = 0,05$), indicando que las variables que se comportan de manera normal son todas a excepción de ($p < 0,05$): pos- VO_2VT_2 , pos-VAM, pre-VelVT1, pos-VelVT1, pre-VelVT2 y pos-VelVT2. En consecuencia, se realizaron los análisis para muestras relacionadas (diseño antes-después) utilizando la prueba T y el test no paramétrico de Wilcoxon. Las diferencias fueron interpretadas con el efecto del tamaño a través del método de Cohen; $< 0,5$ (bajo), $0,5$ a $0,8$ (medio), $> 0,8$ (alto)¹⁶.

Resultados

El rango obtenido para las variables medidas pre COVID-19 fueron las siguiente; para el VO_{2max} absoluto entre 3768 y 4917 $ml \cdot min^{-1}$, para el VO_{2max} relativo entre $54,6$ y $68,3$ $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$, para la VAM entre 17 y 20 $km \cdot h^{-1}$, para el RER entre $1,12$ y $1,29$, para los METS entre $15,6$ y $19,5$ $kcal/min$, para el VT1 entre $32,6$ y $44,5$ $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$, para la VT2 entre $44,2$ y $57,8$ $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$, para la FC_{max} entre 179 y 189 $lat \cdot min^{-1}$, para la VelVT1 entre 11 y 12 $km \cdot h^{-1}$, para la VelVT2 entre 14 y 16 $km \cdot h^{-1}$ y para el porcentaje del VO_2VT_2 entre 76% y 88% .

El rango obtenido para las variables medidas pos COVID-19 fueron las siguiente; para el VO_{2max} absoluto entre 3.533 y 5.094 $ml \cdot min^{-1}$, para el VO_{2max} relativo entre $52,3$ y $68,2$ $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$, para la VAM entre 18 y 19 $km \cdot h^{-1}$, para el RER entre $1,10$ y $1,22$, para los METS entre $15,0$ y $19,5$ $kcal/min$, para el VT1 entre $32,3$ y $44,9$ $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$, para la VT2 entre $41,3$ y $53,1$ $ml \cdot kg \cdot min^{-1}$, para la FC_{max} entre 179 y 195 $lat \cdot min^{-1}$, para la VelVT1 entre 11 y 13 $km \cdot h^{-1}$, para la VelVT2 entre 14 y 15 $km \cdot h^{-1}$ y para el porcentaje del VO_2VT_2 entre 67% y 83% .

Tabla 1. Descripción de las variables medidas pre y pos COVID-19.

Variables (n=10)	Pre COVID-19 (Media \pm DS)	Pos COVID-19 (Media \pm DS)	Dif (pos-pre)	p<	Cohen's d
Masa corporal (kg)	71,5 \pm 7,1	73,9 \pm 7,4	2,41	0,118	0,55 (medio)
VO_{2max} ($ml \cdot min^{-1}$)	4.402,5 \pm 387,4	4.362,4 \pm 528,4	40,10	0,686	0,13 (bajo)
VO_{2max} ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$)	61,7 \pm 5,2	59,0 \pm 5,1	2,75	0,213	0,42 (bajo)
VAM ($km \cdot h^{-1}$)	18,7 \pm 0,9	18,6 \pm 0,5	0,10	0,739	0,10 (bajo)
FC_{max} ($lat \cdot min^{-1}$)	185,4 \pm 6,1	188,8 \pm 5,4	3,40	0,040	0,76 (medio)
METS ($kcal/min$)	17,6 \pm 1,5	16,8 \pm 1,5	0,78	0,222	0,42 (bajo)
RER (VCO_2/VO_2)	1,2 \pm 0,1	1,1 \pm 0,1	0,06	0,024	0,86 (alto)
VO_2VT_1 ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$)	39,2 \pm 4,0	37,8 \pm 4,3	1,38	0,460	0,24 (bajo)
VO_2VT_2 ($ml \cdot kg \cdot min^{-1}$)	50,7 \pm 4,4	45,6 \pm 4,1	5,10	0,028	0,83 (alto)
Vel al VT1 ($km \cdot h^{-1}$)	11,6 \pm 0,5	11,8 \pm 0,6	0,20	0,480	0,22 (bajo)
Vel al VT2 ($km \cdot h^{-1}$)	14,8 \pm 0,6	14,6 \pm 0,5	0,20	0,419	0,25 (bajo)
VO_2VT_2 (% VO_{2max})	82,3 \pm 3,4	77,5 \pm 5,1	4,80	0,670	0,66 (medio)

VO_{2max} : consumo de oxígeno máximo; METS: Equivalente metabólico; RER: razón de intercambio respiratorio; VO_2 : consumo de oxígeno; VAM: velocidad aeróbica máxima; FC_{max} : frecuencia cardíaca máxima; VO_2VT_1 : consumo de oxígeno en el umbral ventilatorio 1; VT2: umbral ventilatorio 2; FC: frecuencia cardíaca; Vel al VT1: velocidad en el umbral ventilatorio 1.

En la Tabla 1, se presentan las variables medidas pre y post COVID.

Los sujetos post COVID-19, disminuyeron significativamente un 18% el VO_{2VT2} ($p = 0,028$). Del mismo modo lo fue para el RER, disminuyendo significativamente un 5% ($p = 0,02$). La FC_{max} , fue la única variable que post COVID-19 se incrementó significativamente 1,8% ($p = 0,04$). Como se muestra en la Tabla 1, en las demás variables medidas, no se observaron cambios significativos.

Discusión

El principal resultado de este estudio fue que, en futbolistas profesionales élite, que fueron medidos pre y post COVID-19 con un test de ergoespirometría máxima se observaron diferencias en las variables VO_{2VT2} ($p = 0,028$), la FC_{max} ($p = 0,04$) y el RER ($p = 0,02$).

El Cociente Respiratorio post COVID-19 fue menor (Tabla 1), aunque si bien se interpreta que esta diferencia fue significativa, es escasa su importancia ya que en ambos casos fueron valores por encima de 1,1 lo que revela que se alcanzaron intensidades de trabajo importantes. La Frecuencia Cardíaca aumentó (Tabla 1) lo que debe interpretarse con cautela, porque si bien podría señalar un mayor costo del esfuerzo, las diferencias son pequeñas. El consumo de oxígeno en el umbral ventilatorio 2 (VO_{2VT2}) fue menor en la evaluación post COVID-19 (Tabla 1). La disminución del VO_2 al VT2 en las evaluaciones post COVID-19, demuestra el impacto del desentrenamiento durante las semanas de aislamiento y la etapa de convalecencia, independientemente de ser todos casos leves.

Estos resultados coinciden con dos estudios recientemente publicados, aunque cabe aclarar que fueron realizados en otras poblaciones deportivas^{11,17}. En el estudio de Fikenzer *et al.*¹¹ que intentaron caracterizar los efectos tempranos de las infecciones por SARS-CoV-2 sobre la morfología del miocardio y la función cardiopulmonar en 8 jugadores masculinos de balonmano de élite ($27 \pm 3,5$ años) comparándolos con 4 compañeros de equipo no infectados ($22 \pm 2,6$ años). Los atletas infectados fueron examinados 19 ± 7 días después del primer positivo por prueba de PCR. El análisis de la ergoespirometría mostró una reducción significativa en el VO_{2max} (-292 ml/min, -7,0%, $p = 0,03$), pulso de oxígeno (-2,4 ml/latido, $p = 0,015$, -10,4%) y volumen minuto respiratorio (VE) (-18,9 l/min, -13,8%) en los deportistas con antecedentes de la infección ($p < 0,05$, respectivamente), la frecuencia cardíaca máxima fue de siete latidos/min (+3,7%, $p = 0,038$) más alta. Los autores sugieren que una posible explicación de los cambios observados podría ser la prevalencia de trombosis y microembolismos pulmonares, contribuyendo a reducir la captación de oxígeno, disminuir el pulso de O_2 y aumentar el ritmo cardíaco, aún sin evidencia clínica de trombosis o embolias pulmonares. Los cambios pulmonares sólo ocurrieron a carga máxima indicando un efecto funcional más pronunciado de la infección por SARS-CoV-2 en el corazón. Del mismo modo, Sliz *et al.*, observaron cambios pre y pos COVID-19 en 45 atletas de resistencia recreacional y profesional, de ambos sexos. Las evaluaciones fueron realizadas con medición directa, y el dispositivo utilizado fue la cinta o cicloergómetro, según la disciplina competitiva¹⁷. A diferencia de nuestro estudio, los autores reportaron una disminución significativa del 6% en el VO_{2max} . También observaron una disminución del 7% del VO_2 al umbral anaeróbico, y no reportaron diferencias en la FC_{max} y en la velocidad aeróbica máxima, coincidiendo con nuestro estudio¹⁷.

Finalmente, hasta la fecha, no hemos podido hallar evidencia científica realizada en futbolistas élite. Por este motivo, este estudio aporta evidencia importante para ser considerada en la planificación de entrenamiento deportivo post COVID-19. Esta es la razón por la cual nos hemos visto obligados a comparar los resultados con otros estudios de diferente disciplina deportiva^{11,17}. Si bien esto puede interpretarse como una limitación, resulta sumamente difícil medir deportistas de este calibre, debido a la complejidad del calendario deportivo, y que, a su vez, se den las condiciones de contar con las evaluaciones de VO_{2max} medido con un analizador de gases, pre y post COVID-19, para su posterior comparación. Los resultados sugieren la importancia de realizar este tipo de evaluaciones en deportistas de élite para su monitoreo.

Conclusiones

La infección por SARS-CoV2 provoca en muchos atletas un deterioro funcional del rendimiento cardiopulmonar. Parece razonable y seguro evaluar a los atletas después de la infección por SARS-CoV2 con ergoespirometría para asegurar las condiciones de salud y entrenabilidad. Detectar la disminución del segundo umbral ventilatorio (VT2) post COVID-19, nos permite interpretar lo relevante del desentrenamiento en el futbolista elite. Es muy valioso demostrar en este grupo de atletas profesionales de élite y sin enfermedades preexistentes que el mayor impacto de esta enfermedad se genere en una variable relacionada más al cese del entrenamiento que al daño cardiopulmonar. El conocimiento de sus limitaciones puede ayudar a los procesos de adaptación para la recuperación de los niveles de rendimiento pre COVID-19, realizando hincapié en estas variables fisiológicas.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19) weekly epidemiological update and weekly operational update. 2021.
2. Bourdas DI, Emmanouil D, Zacharakis ED, Travlos AK, Souglis A. return to basketball play following COVID-19 lockdown. *Sports*. 2021;9.
3. Zaim S, Chong JH, Sankaranarayanan V, Harky A. COVID-19 and multiorgan response. *Curr Probl Cardiol*. 2020;45:100618.
4. Clark DE, Parikh A, Dendy JM, Diamond AB, George-Durrett K, Fish FA, et al. Myocardial pathology evaluation in athletes with cardiac magnetic resonance (COMPETE CMR). *Circulation*. 2021;143:609-12.
5. Aparisi Á, Ybarra-Falcón C, García-Gómez M, Tobar J, Iglesias-Echeverría C, Jaurieta-Largo S, et al. Exercise ventilatory inefficiency in post-COVID-19 syndrome: insights from a prospective evaluation. *J Clin Med*. 2021;11:2591.
6. Herdy AH, Ritt LE, Stein R, Araújo CG, Milani M, Meneghelo RS, et al. Cardiopulmonary exercise test: background, applicability and interpretation. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107:467-81.
7. Bai C, Chotirmall SH, Rello J, Alba GA, Ginns LC, Krishnan JA, et al. Updated guidance on the management of COVID-19: from an American Thoracic Society/European Respiratory Society coordinated international task force. *Eur Respir Rev*. 2020;29:200287.
8. Gluckman TJ, Bhavne NM, Allen LA, Chung EH, Spatz ES, Ammirati E, et al. 2022 ACC Expert consensus decision pathway on cardiovascular sequelae of COVID-19 in Adults: Myocarditis and other myocardial involvement, post-acute sequelae of SARS-CoV-2 Infection, and return to play: a report of the American College of Cardiology Solution Set Oversight Committee. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79:1717-56.

9. Debeaumont D, Boujibar F, Ferrand-Devouge E, Artaud-Macari E, Tamion F, Gravier FE, et al. Cardiopulmonary exercise testing to assess persistent symptoms at 6 months in people with COVID-19 who survived hospitalization: a pilot study. *Phys Ther*. 2021;101:1-9.
10. Wood G, Kirkevang TS, Agergaard J, Leth S, Hansen ESS, Laustsen C, et al. Cardiac performance and cardiopulmonary fitness after infection with SARS-CoV-2. *Front Cardiovasc Med*. 2022;13:871603.
11. Fikenzer S, Kogel A, Pietsch C, Lavall D, Stobe St, Rudolph U, et al. SARS-CoV2 infection: functional and morphological cardiopulmonary changes in elite handball players. *Sci Rep*. 2021;11:17798.
12. Billat LV, Koralsztein JP. Significance of the velocity at VO_{2max} and time to exhaustion at this velocity. *Sports Med*. 1996;22:90-108.
13. Bruzesse MF, Bazan NE, Echandía NA, Vilarino LG, Tinti HA y García GC. Evaluación de jugadores argentinos en futbol profesional utilizando el UNCa test. *Arch Med Deporte* 2021;38:327-31.
14. Crouter SE, LaMunion SR, Hibbing PR, Kaplan AS, Bassett DR. Precisión del calorímetro portátil Cosmed K5. *PLoS ONE*. 14. 2019;12:e0226290.
15. Winkert K, Kirsten J, Dreyhaupt J, Steinacker JM, Treff G. The COSMED K5 in breath-by-breath and mixing chamber mode at low to high intensities. *Med Sci Sports Exerc*. 2020;52:1153-62.
16. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:3-13.
17. Šliž D, Wiecha S, Gašior JS, et al. The influence of nutrition and physical activity on exercise performance after mild COVID-19 infection in endurance athletes-CESAR Study. *Nutrients*. 2022;14:5381.

Hemodynamic and motion demands of soccer referees: a comparison between series A and B of the State Championship of Rio de Janeiro, Brazil

Leandro de Lima e Silva^{1,2,3}, Rodrigo Gomes de Souza Vale^{1,2}, Eduardo Borba Neves^{1,4}, Juliana Brandão Pinto de Castro^{1,2}, Erik Salum de Godoy^{1,2}, Jurandir Baptista da Silva^{1,2}, Magna Leilane Silva³, Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes^{1,2}

¹Laboratory of Exercise and Sport. Institute of Physical Education and Sports. Rio de Janeiro State University. Rio de Janeiro. Brazil. ²Postgraduate Program in Exercise and Sport Sciences, Rio de Janeiro State University. Rio de Janeiro. Brazil. ³Research Group in Sport, Education and Health. Federal Institute of Education. Science and Technology of Ceará. CE. Brazil. ⁴Brazilian Army Sports Commission. Rio de Janeiro. RJ. Brazil.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00139

Recibido: 09/06/2022

Aceptado: 02/02/2023

Summary

Introduction: Soccer referees need excellent conditioning to withstand the physical and psychological demands of games. **Objective:** To compare the hemodynamic variables, speed, cadence, and distance coursed of referees during soccer games of series A and B in Rio de Janeiro, Brazil.

Material and method: The total number of decisions made during the 10 soccer matches evaluated was 1,224 observable decisions of 10 professional Soccer referees (one per soccer match: 5 in series A and 5 in series B). We used a frequency meter (Polar, model V800, PolarFlow software) and video footage of the games (Sony, model PXW-Z150, 4K). The moments considered were: the decision, 15 seconds that preceded it, and the period from the beginning of each stage to each decision. Were studied the hemodynamic [average heart rate (mean HR), maximum heart rate (HR_{max}), and minimum heart rate (HR_{min})] and motion variables [average speed (V_{med}), maximum speed (V_{max}), average cadence ($cadence_{med}$), maximum cadence ($cadence_{max}$), minimum cadence ($cadence_{min}$), and distance covered]. Descriptive measures were used to present the results of the variables studied and the Student's T-Test for independent samples to test the study hypotheses. The significance level was set at 95% ($P < 0.05$).

Results: The matches of series A had a greater number of interventions and greater hemodynamic load at the exact moment of the decision than those of series B, significantly ($P < 0.05$): mean HR, HR_{max} , HR_{min} , V_{max} , $Cadence_{med}$, and $Cadence_{max}$ in series A were higher compared to series B. In the 15 seconds before the decisions: mean HR, HR_{max} , and HR_{min} in series A were higher than in series B, and V_{med} in series B was higher in relation to series A. At the exact moment of the decisions: mean HR in series A was higher in relation to series B.

Conclusion: Referees' interventions are generally carried out under high hemodynamic pressure. The matches played in the A series require a higher number of interventions and hemodynamic intensity than the matches in the series B under high hemodynamic pressure, other psychological factors may play a role; however, this needs to be studied in greater depth.

Key words:

Heart rate. Intensity. Decision. Referee. Soccer.

Las demandas hemodinámicas y de movimiento de los árbitros de fútbol: una comparación entre las series A y B del Campeonato Estatal de Río de Janeiro, Brasil

Resumen

Introducción: Los árbitros de fútbol necesitan un excelente acondicionamiento para soportar las exigencias físicas y psicológicas de los partidos.

Objetivo: Comparar las variables hemodinámicas [frecuencia cardíaca media (mean HR), frecuencia cardíaca máxima (HR_{max}) y frecuencia cardíaca mínima (HR_{min})] y desplazamiento [velocidad media (V_{med}), velocidad máxima (V_{max}), cadencia media ($cadence_{med}$), cadencia máxima ($cadence_{max}$), cadencia mínima ($cadence_{min}$) y distancia recorrida] durante intervenciones arbitrales en partidos entre las series A y B en Río de Janeiro, Brasil.

Material y método: Se analizaron 1.224 decisiones observables de 10 árbitros profesionales de fútbol cada uno en 1 partido (10 partidos del Campeonato Carioca: 5 en la serie A y 5 en la B). Se utilizaron frecuencímetros (Polar, modelo V800, software PolarFlow) y secuencias de video de los juegos (Sony, modelo PXW-Z150, 4K). Los momentos considerados fueron: la decisión, los 15 segundos que la precedieron y el tiempo desde el inicio de cada etapa hasta cada decisión.

Correspondencia: Leandro de Lima e Silva
E-mail: l.limaesilva@gmail.com

Resultados: Los partidos de la serie A tuvieron mayor número de intervenciones y mayor carga hemodinámica en el momento exacto de la decisión que los de la serie B. significativamente ($p < 0,05$): mean HR, HR_{max}, HR_{min}, V_{max}, cadence_{med} y cadence_{max} in la serie A fueron mayores que en la serie B. En los 15 segundos previos a las decisiones: mean HR, HR_{max} y HR_{min} en la serie A fueron mayores con relación a la serie B, la V_{med} en la serie B fue mayor en relación a la serie A.

Conclusión: Las intervenciones de los árbitros generalmente se realizan bajo presión hemodinámica elevada. Los partidos disputados en la serie A requieren un número de intervenciones e intensidad hemodinámica superior a los partidos de la serie B. En el momento exacto de las decisiones, la FC de los árbitros aumentó en relación a los 15 s que la precedieron, demostrando que, además de las intervenciones que se realizan bajo una presión hemodinámica elevada, pueden influir otros factores psicológicos; sin embargo, esto necesita ser estudiado con mayor profundidad.

Palabras clave:

Frecuencia cardíaca. Intensidad.
Decisión. Árbitro. Fútbol.

Introduction

Soccer referees play an important role in the practice of the sport, as they analyze the game and apply the rules. Among the demands of the match, it is necessary to be well-positioned to make decisions with greater tranquility¹, follow the bids as closely as possible, with a well-angled optic, which allows it to be as correct as possible, mitigating the influence of psychological or physical pressures^{2,3}. Therefore, referees need good physical conditioning to perform intermittent and prolonged exercises^{4,5}.

A systematic review⁶ analyzed 2936 matches and described that Soccer referees move in a very peculiar way, covering an average distance of 10.36 ± 1.11 km per match. Additionally, it revealed that these displacements have types of movements that have been described as standing, walking, running, running fast, and running moving backward. Thus, it was found that the referees sprinted for less than 1% of the game time and moved most of the time intermittently and with a low average speed of 5.9 ± 0.26 km/h, with high-speed peaks of 3 ± 1.41 seconds. At these times, the average maximum speed (V_{max}) was 19.84 ± 1.56 km/h. It was also found that the maximum heart rate (HR_{max}) of the referees was, on average, 185.02 ± 6.99 beats per minute (bpm). However, the authors emphasize that there is still considerable progress to be made in the cognitive aspect.

For the referees to be able to act in matches, the Brazilian Soccer Confederation (CBF) periodically performs physical tests, which are recommended by the legislation of the *Fédération Internationale de Soccer Association* (FIFA)⁷. This test is divided into two phases, both of which are extremely exhaustive⁸.

Helsen and Bultynck⁹ point out that referees make, on average, 137 observable decisions during the game. This was measured through the referees' body language in the video replay of the matches and ranged from 104 to 162 observable decisions per game. This study⁹ states that training and visual assessments are still very limited because they are generally performed in static environments.

Therefore, it is clear that it is necessary to plan and execute effective training, based on the heart rate (HR) zone that will be used in matches, the distances covered in the games, and the average and maximum speeds required to prepare the referee to meet game displacement and positioning needs^{10,11}, as well as the FIFA physical test.

However, there is a gap in knowledge regarding the physiological and environmental circumstances in which referees make their decisions in the bids of Soccer matches. In this context, the present study aimed to compare the hemodynamic variables, speed, cadence, and distance coursed of referees during soccer games of series A and B in Rio de Janeiro, Brazil.

Material and method

Study design

This study was characterized as an analysis of results collected in field research, of a quantitative, transversal, and observational nature¹².

Participants

The total number of decisions made during the 10 soccer matches evaluated was 1,224 observable decisions of 10 professional Soccer referees (one per soccer match: 5 in series A and 5 in series B). The inclusion criteria were: being a Soccer referee registered with the Soccer Federation of the State of Rio de Janeiro (FERJ) and playing in official professional games of the series A and B of state championships. The exclusion criteria were: the referee not having correctly performed the protocol standardized by the study for the start of the match, starting the stopwatch with his arm outstretched, which would make it impossible to synchronize the time of the filming of the game with that of the frequency meter; or the match footage suffers interruptions.

Research ethics

This study is part of a project approved by the Research Ethics Committee CAAE Nº 06805512.9.0000.5291, with protocol Nº 223412. All study procedures followed the current legislation of the Brazilian National Health Council for research with human beings¹³. All participants voluntarily signed an informed consent form before entering the study.

Procedures

Before the start of the warm-up for the matches and in an appropriate place, the referees underwent a test offered by the HR monitor

model V800, made by Polar, to verify the maximum oxygen volume (VO_{2max}). They were instructed not to speak and to remain relaxed in the supine position for about 1 to 3 minutes when the frequency meter measurement was started. For anthropometric assessment, we used an anthropometric body control scale with portable digital bioimpedance OMRON (USA), model HBF-514C, a hand-held sensor for portable digital bioimpedance OMRON, and a Sanny tape measure (Brazil).

For the quantitative analysis of the data, all the referees were instructed that they could use the Polar brand V800 GPS frequency meter, the same used to perform the VO_{2max} test. The equipment was adjusted to the physical and physiological characteristics of the participant before the games and was activated at the beginning of each half and turned off shortly after the end of each stage by the referee. Silva *et al.*¹⁴ validated the reliability and reproducibility of the data obtained by the frequency meter used in this study.

To identify decisions during the matches, the games were filmed with a professional Sony camera, model PXW-Z150, with 4K resolution quality. To synchronize the time of the frequency meter with the time of decisions in the games, the referees were instructed to start recording the frequency meter so that it was visible in the replay of the match, extending the arm in front of the body. It was necessary to segment the replay of the match so that the initial time of the filming was the exact moment in which the frequency meter was triggered by the referee and, thus, the time of the filming and the frequency meter were synchronized.

To identify the referees' decisions during the game, the exact moment when the referee gestured or whistled, whichever happened first, was considered, to demonstrate the decision during the match.

The decisions taken during the games were: direct free kick in favor of the attack; direct free kick in favor of the defense; direct free kick in favor of the attack, with application of a yellow card; direct free kick in favor of the defense, with application of a yellow card; direct free kick in favor of the attack, with application of the second yellow card and, consequently, the red card; direct free kick in favor of the defense, with application of the second yellow card and, consequently, the red card; direct free kick in favor of the attack, with application of the direct red card; direct free kick in favor of the defense, with application of the direct red card; throw-in in favor of the attack; throw-in for the defense; application of the yellow card; application of the red card; goal kick; corner kick; technical time; end of the game period; ball to the ground; goal; off-side; penalty; penalty with application of a yellow card; goal with the application of a yellow card.

For the analysis of hemodynamic variables (mean HR, HR_{max} , HR_{min} , and HR amplitude) and variables related to displacement (V_{med} , V_{max} , and V_{min} , in km/h; $cadence_{med}$, $cadence_{max}$, and $cadence_{min}$, in steps/min; distance covered, in km), the Polar Flow program was used. In addition to the exact moment of decision making in each observed decision, the period of 15 seconds that preceded it, as well as the period from the beginning of the match to the decision, were considered.

The most used movement pattern was verified in the periods: a) between the beginning of the match and each decision taken; b) the 15 seconds preceding the decision; c) the moment of the decision. The patterns considered were based on the V_{med} of the period and, to compare this data, the amplitude between the V_{max} and V_{min} of this

Table 1. Categorization of referee displacements regarding the speed.

Movement pattern	Speed (km/h)
Walking	0 – 7.2
Jogging	7.3 – 14.4
Running	14.5 – 19.8
High intensity running	19.9 – 25.2
Sprint (running at maximum intensity)	>25.2

interval was analyzed. The standards used followed those described by Di Salvo *et al.*¹⁵ and are described in Table 1.

Matches are divided into two 45-minute stages, plus extras that the referee deems relevant to make up for a lost time, according to the rules of the sport¹. All games had a technical time-out, which is a two-minute stoppage that takes place in Rio de Janeiro games, at the first opportunity in which the game is interrupted by a game marking, from the twentieth minute played of each stage.

In the games played by the series A, the central referees had the help of two additional referees (positioned on the goal line close to the goal), in addition to the conventional ones, two assistant referees, and a fourth referee, unlike in the series B, where there is no figure of the additional referee, positioned at the goal line.

Statistical analysis

Statistical analysis was performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 25. Descriptive measures were used to present the results of the variables studied and the Student's T-Test for independent samples to test the study hypotheses. We opted for parametric statistics, based on the central limit theorem¹⁶, which refers to the convergence of sums of random variables for a normal distribution in large samples (>30) since a dataset with 1,224 events was analyzed. The level of significance was set at 95% ($P < 0.05$).

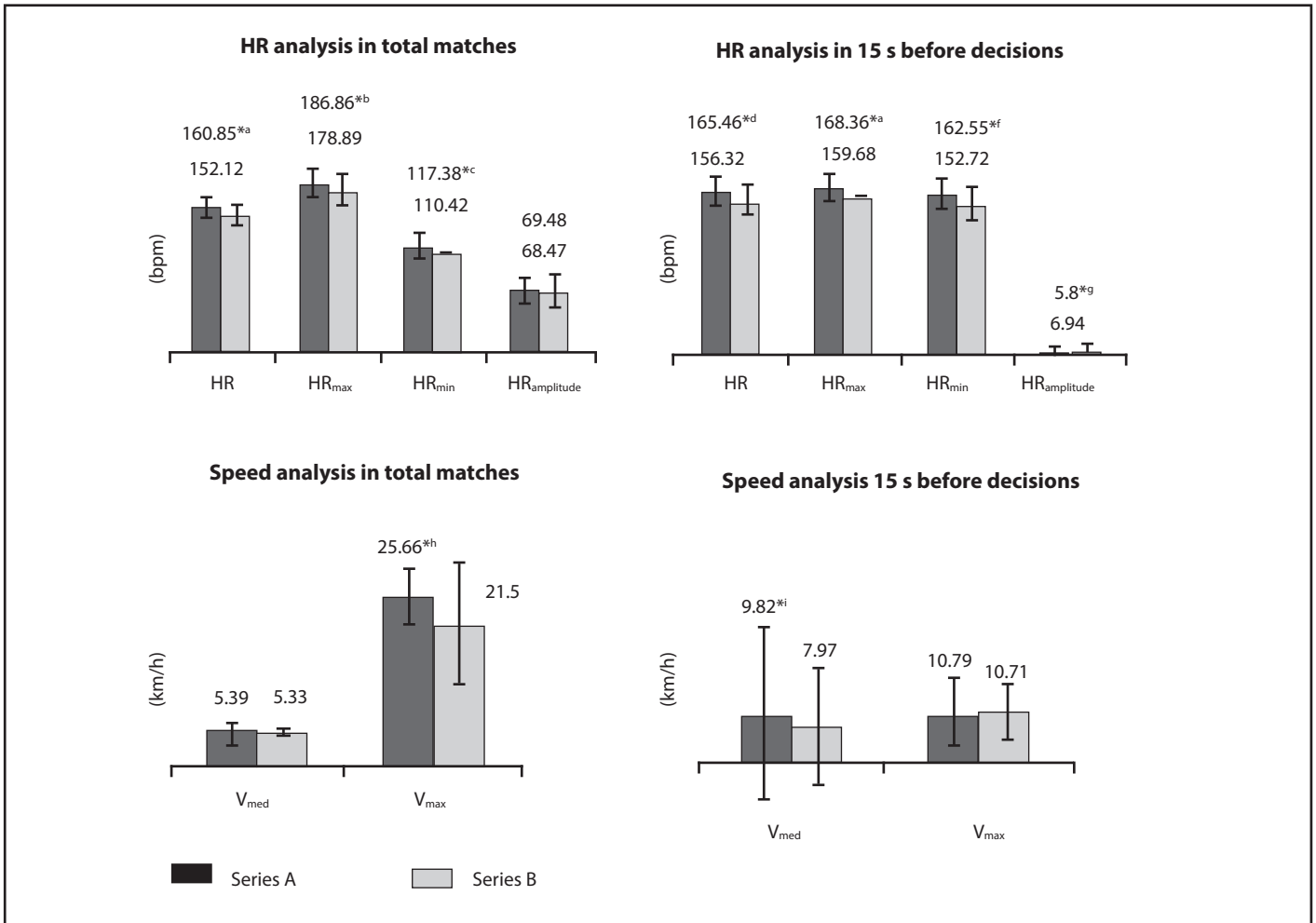
Results

The mean age of the referees involved in the study was 37.20 ± 5.05 years; mean height was 1.84 ± 0.06 m; mean body mass of 84.53 ± 7.14 kg; the mean fat percentage measured was $14.83 \pm 3.4\%$, and they had a mean VO_2 of 48.90 ± 3.66 mL/kg/min. It was collect to characterize the simple.

The 1,224 decisions analyzed, in the total of matches, generated an average of 124 ± 11.24 decisions per game, where the game in which the referees showed the highest number of decisions totaled 142 and the lowest number of decisions observed in a game was 108. In series A games, the average of decisions was 131.8 ± 8.37 (124 -142) per game, in series B, this average was 116 ± 7.88 (108 -125).

All decisions in which the referee whistled and/or gestured demonstrating his interference in the game were analyzed, which generated a total of 1224 analyses, 650 in games played by series A and 574 in games played by series B.

Figure 1. Analysis of HR and speed in total matches and 15 seconds before decisions.



HR: heart rate; bpm: beats per minute; s: seconds; HR_{max}: maximum heart rate; HR_{min}: minimum heart rate; V_{med}: average speed; V_{max}: maximum speed; $P < 0.05$ in Student's t-test for independent samples (*: $P < 0.001$; ^b: $P < 0.001$; ^c: $P < 0.001$; ^d: $P < 0.001$; ^e: $P < 0.001$; ^f: $P < 0.001$; ^g: $P = 0.001$; ^h: $P < 0.001$; ⁱ: $P = 0.025$).

The hemodynamic variables, as well as those related to displacement, were verified during the referees' observable decision-making, in the matches, and were compared considering the possibility of being influenced by the level of competition. Figure 1 and Table 2 demonstrate which variables have significantly changed depending on the level of competition.

Figure 1 presents the variables mean HR, HR_{max}, HR_{min}, HR amplitude, V_{med}, and V_{max} descriptively, in the time between the beginning of each match time until the moment of each decision and in the period of 15 s that precedes the referees' decisions.

Table 2 presents, in a descriptive way, the study variables related to displacement, in two periods: between the beginning of each match time until the moment of each decision and in the period between the decision and the 15 seconds that precede it. Based on the period between the making of each decision and the 15 seconds that precede it, the *N* remains the same because they are the same decisions.

Table 3 presents the study variables at the exact moment of each decision.

Based on the exact moment of decision making, only four variables are described, because, as it is not a time interval, but a single moment for each decision, only the variables mean HR, V_{med}, cadence, and movement pattern are possible to measure. The mean HR in the decisions taken in the series A games surpassed the result of the series B ($P < 0.001$). We observed that, at the moment of the decision, the referees stop to gesture and/or whistle. Both actions influenced the values of the variables V_{med}, cadence, and movement pattern, which presented low values in all the analyzed games.

Discussion

This study aimed to analyze the hemodynamic variables and those related to the displacement of Soccer referees from series A and B

Table 2. Variables related to displacement in the periods: between the beginning of each stage of the match until each decision and 15 s before the decisions.

Variable	N	Mean	SD	P-value
(Period: from the beginning of each stage to each decision)				
Covered distance A (km)	650	1.99	1.32	0.211
Covered distance B (km)	574	1.89	1.34	
Cadence A (steps/min)	650	72.84	3.46	<0.001*
Cadence B (steps/min)	574	71.06	4.05	
Cadence _{max} A (steps/min)	650	109.39	6.8	<0.001*
Cadence _{max} B (steps/min)	574	103.67	8.77	
Cadence _{min} A (steps/min)	650	24.92	7.04	0.001*
Cadence _{min} B (steps/min)	574	23.73	5.93	
Movement pattern A (km/h)	650	1.01 (walking)	0.1	0.008*
Movement pattern B (km/h)	574	1.00 (walking)	0	
(Period: 15 s before decisions)				
Covered distance A (km)	650	0.02	0.01	0.317
Covered distance B (km)	574	0.02	0.01	
Cadence A (steps/min)	650	71.49	14.74	0.125
Cadence B (steps/min)	574	70.24	13.58	
Cadence _{max} A (steps/min)	650	81.24	17.24	0.023
Cadence _{max} B (steps/min)	574	79.06	16.16	
Cadence _{min} A (steps/min)	650	60.76	15.69	0.744
Cadence _{min} B (steps/min)	574	60.46	15.9	
Movement pattern A (km/h)	650	1.59 (walking)	0.96	0.013*
Movement pattern B (km/h)	574	1.46 (walking)	0.83	

SD: standard deviation; A: related to series A games; B: related to series B games; Covered distance: covered distance until the decisions in the period; Cadence: average cadence of the referees in each period; Cadence_{max}: maximum cadence of the referees in the period; Cadence_{min}: minimum cadence of the referees in each period; Movement pattern: predominant movement pattern in each period; *: P<0.05 in Student's t-test for independent samples.

Table 3. Hemodynamic variables and movement pattern at the exact moment of decision making.

Variable	Serie	N	Mean	SD	P-value
Mean HR (bpm)	A	650	166.03	14.14	<0.001*
	B	574	157.04	14.70	
V _{med} (km/h)	A	650	8.24	7.77	0.177
	B	574	7.73	5.70	
Cadence (steps/min)	A	650	70.59	19.83	0.414
	B	574	69.65	20.28	
Movement pattern (km/h)	A	650	1.54 (walking)	0.93	0.444
	B	574	1.51 (walking)	0.85	

SD: standard deviation; mean HR: average heart rate of the referee at the exact moment of each decision making; V_{med}: average speed at the exact moment of each decision making; Cadence: average cadence of the referee at the exact moment of each decision making; Movement pattern: movement pattern at the exact moment of each decision making.

of the State Championship in Rio de Janeiro, Brazil, based on the moments in which the referees intervene in the games. The number of interventions comprised 1,224 observable decisions in 10 matches. In terms of cognitive demand, games in the main category (series A) outperformed those in series B, with an average of 132 decisions per

game. This average is close to the study by Helsen and Bultynck⁹, who observed an average of 137 decisions per game, in an analysis of 31 games, during the second phase of Euro 2000. These findings suggest that, in terms of the number of interventions, the referees in this study are similar to Europeans.

These data also suggest that the game has a lot of interruptions and that the ball time in dispute seems to be greatly reduced in Soccer since a match lasts 90 minutes, plus stoppage time. This suggests a value greater than one game interruption per minute. In the present study, the number of game interruptions in series A exceeded that of series B, even considering that in series B the stadiums are usually more modest and with smaller fields, which would favor a greater number of interruptions. This may have happened because, in series A, the games were played with greater intensity as the results were presented, which will be discussed below.

Mean HR seems to be a good indicator of the physical effort imposed on the referee in matches. The HR increases to supply oxygen to the muscles required during the effort. However, this rate can also be affected by other reasons, including stress¹⁷. In our study, it seemed that the decisions made in the games of the series A demanded more from the referees than the games of the series B since the averages of mean HR, HR_{max}, and HR_{min} in the games of the series A significantly surpassed the values presented in the games of the series B. These factors indicate that the games played in the superior category are more intense, since, corroborating these findings, in our study, the averages of V_{max}, cadence, and cadence_{max} were also higher in the A series games.

Concerning mean HR, the series A games were more intense and/or more stressful, showing an average value of 160 bpm. D'Ottavio and Castagna¹⁸ carried out a study with referees from the Italian Soccer Federation in the main series, who had an average age of 37.5 years, very close to the referees in our study. The authors found a mean HR of 163 bpm in the matches. Still dealing with the main series, the study of Krusturp and Bangsbo¹⁹ found results that corroborate these findings, as the sample had an average age of 38 years and presented a mean HR in games of 162 bpm.

The study by Oliveira *et al.*²⁰, although it had a sample with a mean age of 36.36 and the referees had a mean HR of 160.51 bpm, differed from the others because they analyzed the under-20 category of the Paulista Championship, Brazil. This suggests that, apparently in this pre-professional category, the game has the same intensity as the A series of our study and exceeds the intensity of the series B games of our study, which presented a mean HR of 152.12 ± 9 bpm. In general, referees exercise arbitration with a very high mean HR, when compared to referees from other modalities who also exercise their function in movement, for example in basketball, in the study by Vaquera *et al.*²¹, in which basketball referees, during the main European tournament, presented a mean HR of 140.3 bpm.

In terms of HR_{max}, the results showed that the referees, during the matches, make decisions, several times, with a very altered hemodynamic state and, in our study, the games played in the superior category were more intense for the referees. The intensity of matches in series A was higher than in series B since, in our study, there was a significant overcoming in relation to V_{max}, which in series A was 26.66 km/h against 21.50 km/h in series B games.

The cadence_{med} and cadence_{max} were also significantly higher in series A, reaching 109.39 steps/min. This high intensity in games is compatible with the study of Mallo *et al.*²². The authors, although not comparing different categories, found an average mean HR of 187 bpm, showing that the referees' heart in matches is quite demanded. Additionally, the referee needs to be conditioned to ratiocinate in some moments of the game with very high HR. Furthermore, this study²² found that time spent performing high-intensity activities correlated with the distance traveled by the ball during games.

These results demonstrate that there is a high hemodynamic load imposed on the referees during games, including a high level of the aerobic system, as well as anaerobic capacities to meet the demands of the game. Therefore, the referee must be prepared in a very specific way. The results of this study support the adoption of intensive and intermittent training, which should, in the first place, prioritize high-intensity aerobic exercise, aiming to support and maintain high HR during the game. Also, it develops the anaerobic system because, although involved to a lesser extent, it plays an important role, with short and several periods of high-intensity activities during decisions in the game.

Cognitive factors, related to referees' interventions during matches, must be involved in the training of these professionals. Weston *et al.*²³ found a relationship between the intensity of the referees and that of the players and emphasize that the most important thing for arbitration is the decision-making process. Similarly, the games in the A series of the present study are more intense than those in the B series and the level of competition interferes with the hemodynamic response presented by the referees.

In the total period that precedes the decisions cumulatively in this study, the "walk" movement pattern prevailed, which confirms that the most used system in the game is the aerobic one, corroborating with the study of Johnston and McNaughton²⁴. However, the V_{max} reached by the referees in the present study was quite high, 25.66 ± 4.27 km/h, in series A, and 21.50 ± 8.88 km/h, in series B. Although this value is a little lower than that measured by Silva²⁵, who verified 25.96 km/h demonstrated by a referee in a match of the Campeonato Goiano, in 2016. The value found in the present study is very high and this leads us to state that these professionals need to severely change their pace of travel during matches. Still about V_{max} , the A series of the present study surpassed the results of the study by Santos *et al.*²⁶, carried out with 30 referees from Bahia, where the highest speed reached in the game was 24 km/h, and although, according to D'Ottavio and Castagna¹⁸, sprints last from 2 to 4 seconds only, they can be crucial when making decisions in the game and can completely change the referee's optics at decision time, making him manage to be close or not to the throw, in a long throw for example, or a crucial move in the game.

It was found that the cadence behaved in the same way as the variable V_{max} , as there was a considerable difference between the cadence_{med} and the cadence_{max}, which corroborates the previous paragraph, with the great intermittence and sudden change in intensity during decisions, throughout the game, but in the search for greater depth. Regarding the variables of this study, in the moments closest to when the referees showed to have taken the decisions, the analysis of the moment of the decision and the 15 s that precede it, revealed interesting data.

Although a comparison was not made between the 15 s that precede the decisions with the exact moment in which they are taken, the data revealed a tendency that in the 15 seconds before the decision, the mean HR is greater than in the total period of the stage, from the start of the match to the referee's intervention in the game. Apparently, in this short period of 15 s before the referee's intervention in the game, the mean HR increases with the other moments of the match and, perhaps, for this reason, FIFA has reduced the stimulus time in the physical assessment test from 30 s to 15 s, because, currently, the referees cover 75 m in this short time interval, for 40 times²⁷. This fact cannot be confirmed because the literature has not presented any justification for this change in the test distance. The results of the present study show that the average distance in this period was 20 m. According to Krustup and Bangsbo¹⁹ and Castagna *et al.*²⁸, who stated that the longest distance traveled in a straight line (without changing direction) is around 35–40 m. This information alone already demonstrates that there is a lack of specificity (running without change of direction) in the aptitude test carried out by the referees.

Still concerning the period of 15 s before each intervention in the game, the HR_{max} was also significantly higher in series A (165.46 ± 14.44 bpm) and series B (156.32 ± 14.86 bpm). A factor that ratifies and justifies this superiority, in relation to FC in the total period of the match, is that the FC_{min} was significantly higher in the A series matches. Therefore, in the superior category, as the game is more intense, the referees already start from a higher HR than in the series B games and, perhaps, for this reason, the hemodynamic variables mean HR and HR_{max} reached higher averages in the A series of this study, both in this short period of 15 s and in the period from the beginning of each stage of the game until the intervention of the referees in the games.

The HR amplitude in this period was 5.80 ± 5.91 bpm, in the A series against 6.94 ± 6.10 bpm in the B series. These low values suggest that the HR does not change abruptly in relation to the average of the match, in the eminence of decision making. Perhaps for this reason, in the study of Silva²⁹, the more experienced referees were more correct in decisions, as she states that the more experienced referees controlled the intensity better during the match, obtaining less variation than the less experienced referees. However, psychological factors and the current mental state can interfere with decisions. This same study claims that watching videos before matches minimizes the mistakes of these professionals. Thus, in the present study, the analyzes regarding the exact moment of the referees' interventions revealed that the mean HR was also higher in the series A, which seems to be a consequence of the superiority of the HR-related variables in the 15-second periods preceding the interventions of the arbitrators, a fact already discussed in the previous paragraph.

It has been observed that referees often demonstrate decisions by standing still or slowing down. This made the analysis shown in Figure 1 present low average values in relation to the standards of each variable, except for the referee's mean HR, at the exact moment of each decision making (Table 3); because the deceleration or stop time is very short and the heart rate gradually drops.

According to Oliveira *et al.*³⁰, if, at the time of the decision, there is some psychological pressure, it can raise the referee's HR. However, none of the results of the present study can corroborate this assertion, as it did

not analyze the psychological factor. The aforementioned authors³⁰ state that referees tend to increase their attention span during the match and that the increase in the level of anxiety reduces the focus of attention. In this way, he justified in his study the improvement in the speed of concentration of the referees at the end of the games, since, at this moment, the level of tension decreases. These authors also state that activation is a multisensory phenomenon, consisting of physiological arousal and the interpretation of a referee, for example, the elevation of HR in the heart, and confidence and anxiety in the brain. This need for activation may have contributed to a trend towards an increase in mean HR at the exact moment of the interventions in relation to the 15 s that precede them, both in the results of series A and B. However, as discussed earlier, this can also be a consequence of the change in intensity in this short period.

This study has a limitation regarding the variables related to cadence since the instrument used does not present validation in relation to this item, where the step is considered by an estimate related to the data entered by the user (height, body mass, and age).

Conclusion

The results show that soccer referees intervene in soccer matches, about 137 times, and under strong hemodynamic and psychological stress. The matches played in the highest category (series A) require a greater demand from the referees for interventions, surpassing in hemodynamic intensity the interventions carried out in the games of the lower category (series B).

Due to the particularities verified about the hemodynamic factors to which the referees are exposed in the games, they need to be trained in an environment as close as possible to the reality of the matches, where they can make decisions based on a high HR, value around 160 bpm, and need to increase the intensity for 15 s, culminating with a moment of intervention in the game of a cognitive nature.

At the exact moment the decision is made, the HR of the referees tended to increase in relation to the 15 seconds that preceded it, demonstrating that interventions are usually carried out under high hemodynamic pressure, in addition to suggesting that other psychological factors can have a big influence at this time. However, this needs to be studied in greater depth. Studies are suggested with the moments of decision-making intervention of the referees with a greater focus on psychological factors, which take into account the level of the opposing teams in the confrontations, as well as analyze the result of the matches and the team that is acting in their stadium.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

1. FIFA. Regras do Futebol. Zurich, Suíça; 2020-2021.
2. Costa VT, Ferreira RM, Penna EM, Costa IT, Noce F, Simim MAM. Análise estresse psíquico em árbitros de futebol. *Rev Bras Psicol Esporte*. 2010;3:2-16.
3. Lima e Silva L, Neves E, Silva J, Alonso L, Vale R, Nunes R. The haemodynamic demand and the attributes related to the displacement of the soccer referees in the moments of decision/intervention during the matches. *Int J Perform Anal Sport*. 2020;20:219-30.
4. Rebelo A, Silva S, Pereira N, Soares J. Physical activity of soccer referees during the match. *Rev Port Ciênc Desporto*. 2002;2:24-30.
5. Bradley PS, Di Mascio M, Peart D, Olsen P, Sheldon B. High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *J Strength Cond Res*. 2010;24:2343-51.
6. Lima e Silva L, Godoy ES, Neves EB, Vale RGS, Hall Lopez JA, Nunes RAM. Heart rate and the distance performed by the soccer referees during matches: a systematic review. *Arch Med Deporte*. 2019:36-42.
7. FIFA. cartographer objetivos para instructores de Brasil - Manual de instruções RAP 102015.
8. Monteiro ACP, Froeseler MVG, Mansur-Alves M. Stress and coping of soccer referees in the FIFA physical test. *Psicol, Ciênc Prof*. 2018;38:102-15.
9. Helsen W, Bultynck J-B. Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *J Sports Sci*. 2004;22:179-89.
10. Castillo D, Yanci J, Casajús J, Cámara J. Physical fitness and physiological characteristics of soccer referees. *Sci Sports*. 2016;31:27-35.
11. Castillo D, Yanci J, Cámara J, Weston M. The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. *J Sports Sci*. 2016;34:557-63.
12. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. *Métodos de pesquisa em atividade física*. Artmed Editora; 2012.
13. Brasil. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466/2012. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos; 2012.
14. Lima e Silva L, Borba Neves E, Santos L, Vale R, Nunes R. A reprodutibilidade do GPS individual de 1Hz em deslocamento não retilíneo com intensidade intermitente. *J Phys Education*. 2018;87:629-30.
15. Di Salvo V, Carmont MR, Maffulli N. Football officials activities during matches: a comparison of activity of referees and linesmen in European, Premiership and Championship matches. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2011;1:106-11.
16. Vieira S. *Introdução à bioestatística*. Elsevier Brasil; 2015.
17. Ruivo AL, Silva Sousa B, Lira LHP, Santos Junior HH, Costa Fernandes IL, Souza DC, et al. Avaliação da frequência cardíaca e desempenho dos atletas de futebol americano durante o treino de tiro: uma atuação da Liga Acadêmica de Fisioterapia Cardiovascular da Universidade de Brasília (LIFICAR-UNB). *Cad Educação Saúde Fisioterapia*. 2017;4.
18. D'ottavio S, Castagna C. Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41:27-32.
19. Krstrup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *J Sport Sci*. 2001;19:881-91.
20. Oliveira MC, Guerrero Santana CH, Barros Neto TL. Análise dos padrões de movimento e dos índices funcionais de árbitros durante uma partida de futebol. *Fit Perf J*. 2008;7:41-7.
21. Vaquera A, Renfree A, Thomas G, Gibson ASC, Calleja González J. Heart rate responses of referees during the 2011 Eurobasket Championship. *J Human Sport Exerc*. 2014;9:43-8.
22. Mallo J, Navarro E, García-Aranda J-M, Gilis B, Helsen W. Activity profile of top-class association football referees in relation to performance in selected physical tests. *J Sci Med Sport*. 2007;25:805-13.
23. Weston M, Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, Abt G. Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates. *J Sci Med Sport*. 2007;10:390-7.
24. Johnston L, McNaughton L. The physiological requirements of soccer refereeing. *Aust J Sci Med Sport*. 1994;26:67-72.
25. Silva RM. Análise do desempenho físico de árbitros de futebol durante as finais do Campeonato Goiano de 2016. Universidade Federal de Goiás. 2016.
26. Santos VG, Navarro F, Dortas AG. O esforço físico realizado pelos árbitros em jogos oficiais do campeonato Baiano de futebol profissional. *Rev Bras Futsal e Futebol*. 2012;4:124-30.
27. Pruebas Físicas 2016 Protocolo y Parametros. 2016.
28. Castagna C, Abt G, D'ottavio S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Med*. 2007;37:625-46.
29. Silva ML. *Variación da capacidade de decisão dos árbitros de futebol em função da experiência e aptidão aeróbia*. Repositório da UTAD. 2014.
30. Oliveira MC, Silva AI, Agresta MC, Barros Neto TL, Brandão MF. Concentration and accuracy level of soccer referees during match. *Motricidade*. 2013;9:13-22.

Funcionalidad y fuerza de aductores en jugadores de hockey sobre patines de alto nivel

Marcos Quintana-Cepedal¹, Yolanda Pedrero-Martin^{2,3}, Omar de la Calle¹, María Medina-Sánchez⁴, Miguel del Valle^{5,6}, Hugo Olmedillas^{1,6}

¹Department of Functional Biology. Universidad de Oviedo. Oviedo. ²Department of Physiotherapy. Faculty of Health Sciences. Universidad de Malaga. Malaga. ³Universidad Gimbernat Cantabria. ⁴Department of Surgery. Universidad de Oviedo. Oviedo. ⁵Department of Cellular Morphology and Biology. Universidad de Oviedo. Oviedo. ⁶Health Research Institute of the Principality of Asturias (ISPA). Oviedo.

doi: 10.18176/archmeddeporte.00140

Recibido: 27/10/2023

Aceptado: 06/02/2023

Resumen

Objetivo: Evaluar la fuerza de los músculos aductores y la funcionalidad en jugadores de hockey sobre patines de alto nivel y su relación con sufrir dolor inguinal (DI) en la temporada anterior.

Material y método: Se realizó un estudio transversal donde 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 total de DI fue de 81,8% (en la anterior temporada el 54% sufrió DI), de los cuales un 18,2% llegó a detener la práctica deportiva. La fuerza media para el 5SST es de 254,68N (3,25Nm/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 DI 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 ($p=0,005-0,042$; $g: 0,34-2,65$; $r: 0,3-0,61$).

Conclusión: Más de la mitad de los jugadores sufrieron DI, de los cuales un tercio llegó a detener su actividad. La funcionalidad medida a través del HAGOS se erige como el principal indicador que mostró diferencias entre grupos. Los servicios médicos de jugadores jóvenes de hockey sobre patines deberían usar este cuestionario para poder detectar precozmente la aparición y evitar la progresión de esta lesión.

Palabras clave:

Dolor inguinal. *Squeeze test*. Hockey sobre patines. Adolescente. Nivel de evidencia: IV.

Function and adductor strength in high level rink hockey players

Summary

Objective: To evaluate adductor strength and groin function in high level rink hockey players and its relationship with groin pain in the previous season.

Material and method: A cross-sectional study was performed where hip/groin strength and function was assessed via 5 seconds Squeeze Test and Hip and Groin Outcome Score in 11 high level rink hockey players.

Results: Overall prevalence for groin pain was 81.8% (54% of the participants suffered groin pain during the previous season), and 18.2% suffered time-loss groin pain. Mean strength in the 5SST was 254.68N (3.25Nm/Kg) and HAGOS questionnaire reached 90/100 points in the whole sample. Similar adductor strength values were observed between healthy athletes and previously injured who suffered time-loss groin pain ($P=0.261-0.948$; $g: 0.04-0.85$). Statistically significant differences were found for the following HAGOS subscales: Pain, function, sports and recreational activities, and quality of life between groups ($P=0.005-0.042$; $g: 0.34-2.65$; $r: 0.3-0.61$).

Conclusion: More than a half of the participants suffered groin pain, of which one third suffered time-loss groin pain. Function assessed via HAGOS seems to be the main proxy that discriminates between groups. Medical staff should implement this questionnaire to detect and avoid the progression of this injury.

Key words:

Groin pain. Squeeze test. Rink hockey. Adolescent. Level of evidence: IV.

Accésit a la mejor comunicación de las Jornadas de Badajoz

Correspondencia: Hugo Olmedillas
E-mail: olmedillashugo@uniovi.es

Introducción

El dolor inguinal (DI) es una dolencia frecuente en deportes que implican cambios de dirección y de ritmo, como pueden ser el fútbol, el hockey sobre patines o sobre hielo. Además, la literatura ha aumentado de forma sustancial desde la publicación del consenso de Doha que englobaba la patología en una terminología común¹. La complejidad de esta lesión obliga a cuantificar tanto aquellos casos en los que el afectado reduce su rendimiento (lesión sin pérdida de tiempo) así como los casos donde el deportista está obligado a detener su actividad por completo (lesión con pérdida de tiempo [PT])². La prevalencia en una temporada del dolor inguinal con pérdida de tiempo (DIPT) varía entre el 13,6% y 32,5% según el deporte, siendo el fútbol el que registra más casos³. Al analizar el espectro completo se encuentran tasas más elevadas, llegando a reportarse una prevalencia acumulada de 45% hasta 59% de DI en algunas cohortes^{4,5}. Sin embargo, reportar únicamente el DIPT infraestima la realidad del problema, ya que de todos los casos de DI, entre el 10-34% implican pérdida de tiempo ((casos con pérdida de tiempo/ total de casos) × 100)^{5,6}.

Las características fisiológicas del hockey sobre patines podrían facilitar la aparición de DI en esta población. Así, un jugador recorre hasta 5.568 (DE = 0,750) metros en un partido de los cuales 739 (DE = 0,209) se realizan a alta velocidad (>5 m*s). Además, realiza más de 300 cambios de ritmo durante un encuentro (160 ± 27 aceleraciones y 143 ± 26 deceleraciones), necesitando una gran fuerza en la musculatura de la extremidad inferior para poder afrontar las demandas del deporte⁷. La práctica deportiva implica un riesgo de sufrir una lesión, y esto sucede igualmente en el hockey. Recientemente varios trabajos se han centrado en la epidemiología de este deporte. Así, se describe una incidencia general de 3,23 a 9,7 lesiones por 1.000 horas de exposición^{8,9}. Por otra parte, se ha observado un alto índice de tendinopatías en esta población, representando un 11% del total de lesiones las que afectaron a los músculos aductores¹⁰. Quintana-Cepedal *et al.* observó que un 16% de lesiones afectaban a la cadera/ingle con pérdida de tiempo, lesiones englobadas dentro del DI, con una incidencia de 0,71/1.000 h⁹. La cadera/ingle es la región que más problemas presenta en este deporte, al igual que en otros deportes multidireccionales^{6,11}. Los principales factores de riesgo son: haber sufrido un episodio previo de DI, tener menor fuerza de los músculos aductores, no seguir protocolos de ejercicio específico para esta musculatura, obtener peores resultados en el cuestionario HAGOS o ser varón¹²⁻¹⁶.

Sin embargo, hasta la fecha ningún factor de riesgo se ha estudiado en jugadores de hockey sobre patines y en general el DI se ha analizado poco en poblaciones adolescentes. Por tanto, el principal objetivo de esta investigación fue conocer los valores de fuerza en 5SST y funcionalidad (medidas a través del cuestionario HAGOS) en jugadores adolescentes de alto nivel de hockey sobre patines.

Material y método

Diseño

Este estudio transversal analítico se llevó a cabo en diciembre del 2021 (finales de la primera vuelta del calendario de competición) durante

la celebración del Campeonato de España de Selecciones Autonómicas Sub-16 masculino de hockey sobre patines (Langreo, Asturias). Se han seguido los principios de la declaración de Helsinki y los criterios STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*) para estudios observacionales¹⁷. El estudio fue registrado en clinicaltrials.gov (ID: NCT05273008) previo a la inclusión del primer participante y cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la Investigación del Principado de Asturias (Código: 2021.543).

Participantes

Se reclutó a los participantes por conveniencia. Un total de 12 deportistas pertenecientes a una de las selecciones autonómicas fueron elegibles para participar, 11 jugadores aceptaron participar en la investigación, obteniéndose datos de un 91,66% de la muestra. Los criterios de inclusión fueron: Estar seleccionado para participar en el campeonato y aceptar la participación habiendo firmado el consentimiento correspondiente. Los criterios de exclusión fueron haber sufrido alguna lesión CPT en los 3 meses previos al campeonato o no haber participado en ningún partido la pasada temporada con su equipo. La Tabla 1 recoge los datos demográficos de los deportistas participantes.

Procedimientos

Previo al comienzo del estudio, los participantes y sus tutores legales fueron informados sobre el desarrollo de este y se les entregó una hoja informativa y un consentimiento que debían firmar para aprobar su participación. Toda la recogida de datos se desarrolló en el mismo día. Primero, los participantes rellenaron el cuestionario HAGOS y después se realizaron las mediciones de fuerza. El cuestionario HAGOS mide la funcionalidad a través de 6 subescalas (síntomas, dolor, actividad cotidiana, actividades deportivas y recreacionales, participación en actividades físicas y calidad de vida) que se puntúan de 0-100¹⁸. Este se repartió de forma telemática a través de un formulario de Google (<https://forms.gle/LDZkavy7it85UMPT7>) que contenía, además, preguntas sobre características demográficas (edad, altura, peso) y sobre historial previo de DI (DI desde que empezó a practicar el deporte y en la pasada temporada) diferenciando entre sin pérdida de tiempo (el deportista puede continuar participando con una reducción del rendimiento) y PT (el deportista detiene su actividad al menos un día a causa de la lesión). La fuerza de la musculatura aductora se obtuvo mediante un

Tabla 1. Información demográfica de los participantes.

Variable	Resultado
Edad (IQR)	15 (15-15)
Altura, cm	175,63 (6,56)
Peso, kg	68,54 (9,76)
IMC	22,20 (2,76)
Posición P, Jugador	9 (81,8%)

La información se presenta como Media ± Desviación Estándar (SD), Mediana y Rango Intercuartílico (IQR) según corresponda. Posición P: Posición en la pista, IMC: Índice de Masa Corporal.

Figura 1. Squeeze test de 5 segundos (5SST).



5SST con dinamometría manual (ActivForce 2, ActivForce, San Diego, CA, USA)¹⁹. Previo a la primera medición se realizaron dos repeticiones sub-máximas para familiarizar al deportista con el test. El 5SST se realiza con el paciente en decúbito supino y colocando el examinador su antebrazo justo por encima de los maléolos mediales, se pide al participante que de forma continua e isométricamente apriete una pierna contra la otra realizando la máxima fuerza posible (Figura 1), el deportista recibía apoyo verbal durante cada repetición para asegurar que generaba su máxima fuerza posible. Tras cada medición, se anotaba el valor de fuerza pico (N) y el dolor reportado en la zona de la ingle en una escala visual análoga (0-10)²⁰. Siempre se empezaba midiendo la fuerza de la pierna dominante, que fue definida como aquella con la que el deportista chutaría una pelota²¹. Se recogió también la longitud de la extremidad (desde la Espina iliaca anterosuperior al maleolo medial) para poder calcular el torque generado a partir de la siguiente fórmula: $T = Nm/Kg$, donde la T es el torque, Nm es la fuerza medida en Newtons y multiplicada por la longitud de la extremidad (en metros), y Kg es el peso del deportista²².

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con SPSS versión 21 (IBM, Chicago, IL, USA), el nivel de significancia se estableció en $p < 0,05$. Se comprobó la normalidad de las variables cuantitativas mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Los valores se reportan como medias y desviación estándar (DE) o mediana y rango intercuartílico según corresponda. Se utilizó la prueba *t* de Student para el contraste de hipótesis comparando el DIPT en la última temporada con funcionalidad (HAGOS) y fuerza de aductores, en aquellos casos en que la variable dependiente siguiese una distribución no normal se optó por el test U de Mann-Whitney. El tamaño del efecto (TE) se calculó utilizando la *g* de Hedges con el fin de determinar la relevancia práctica de los resultados. Se clasificaron los tamaños del efecto como: Pequeño ($g = 0,2$), mediano ($g = 0,5$) y grande ($g = 0,8$)²³. Para las subescalas no paramétricas del cuestionario HAGOS se usó el estadístico r ($r = Z/\sqrt{n}$) que toma los siguientes valores: Pequeño ($r < 0,3$), mediano ($r > 0,3$ y $< 0,5$) y grande ($r > 0,5$).

Resultados

Un total de 9 (81,8%) jugadores habían sufrido DI a lo largo de sus respectivas carreras deportivas y 6 (54%) la temporada pasada. En total, 6 jugadores han sufrido DIPT y solo 2 han llegado a detener su actividad por este motivo la pasada temporada (18,2%). La Figura 2 recoge los valores de dolor que cada jugador reportó durante el 5SST. Para cada 5SST el dolor medio reportado fue de 3,1/10 (DE =3).

Dolor inguinal y fuerza en 5SST

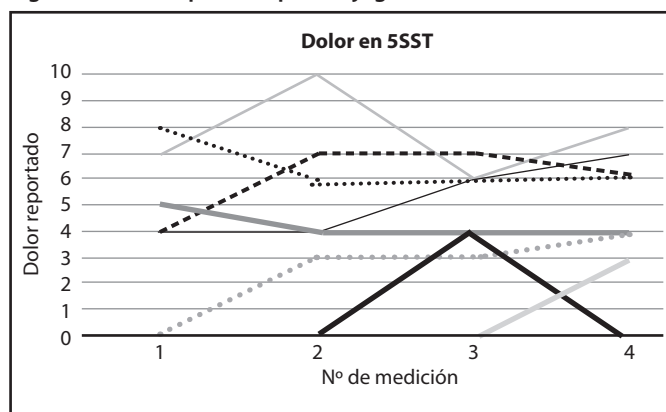
La fuerza absoluta media para toda la población de la pierna dominante y no dominante fue de 263,81 N (DE =43,5) y 245,54 N (DE =52,9), respectivamente. Y de 3,36 Nm/Kg (DE =0,58) y 3,14 Nm/Kg (DE =0,79) reportada en valores relativos.

En la Tabla 2 se comparan los valores de fuerza absoluta y relativa para cada grupo. No se encontraron diferencias significativas entre jugadores sanos y con DIPT en la temporada anterior para la fuerza absoluta ni para la fuerza relativa ($p = 0,26-0,95$).

Dolor inguinal y HAGOS

Los valores promedio de cada subescala para toda la muestra fueron 92,8 (DE =5,61), 82,1 (DE =11,4), 100 (Rango =20), 91 (Rango =47),

Figura 2. Dolor reportado por los jugadores en cada 5SST.



Dolor que reportó el jugador de 0-10 EVA tras cada 5SST. Las mediciones 1 y 3 corresponden a la pierna dominante.

Tabla 2. Comparativa entre DI PT y jugadores sanos para las variables de fuerza.

	Sanos	DI CPT	Diferencia de medias	TE (g)
Fuerza D, N	256,5 (43,7)	296,5 (32,5)	40	0,85
Fuerza ND, N	237,3 (55)	282,5 (19,7)	45	0,8
Torque D, Nm/Kg	3,36 (0,63)	3,33 (0,4)	0,03	0,04
Torque ND, Nm/Kg	3,12 (0,82)	3,24 (0,96)	0,12	0,13

N: Newtons, m: metros, Kg: Kilogramos. La información está expuesta como Media (Desviación Estándar). * $p < 0,05$.

Tabla 3. Comparativa de funcionalidad medida mediante el formulario HAGOS entre jugadores sanos y que padecieron DI PT la pasada temporada.

Subescalas	Sanos	DI CPT	TE
Síntomas	82,88 (12,4)	78,5 (4,9)	0,34 ^a
Dolor**	94,77 (3,9)	84 (1,4)	2,65 ^a
AC	100 (5)	90 (20)	0,31 ^b
AD*	91 (19)	67 (28)	0,61 ^b
PAF	100 (25)	81,5 (13)	0,30 ^b
CDV*	92,77 (6,6)	80 (7)	1,75 ^a
Total*	92,1 (5,2)	80 (5,6)	2,10 ^a

AC: actividades de la vida cotidiana; AD: participación en actividades deportivas; PAF: participación en actividad física; CDV: calidad de vida; TE: tamaño del efecto. *p < 0,05; **p < 0,01; ^ag de Hedges; ^br = Z/√n.

88 (Rango =25), 90,4 (DE =8,2) y 90 (DE =7) para síntomas, dolor, actividades de la vida cotidiana, actividades deportivas y recreacionales, participación en actividad física, calidad de vida y el total (media de las subescalas), respectivamente. Se encontraron diferencias significativas para las subescalas de dolor, actividades deportivas y recreacionales, calidad de vida y el total (p =0,04-0,005) (Tabla 3).

Discusión

Este es el primer estudio que recoge valores de fuerza, funcionalidad e historia previa de dolor inguinal en jugadores adolescentes de hockey patines. Se encontró una prevalencia del 54% de dolor inguinal, y un tercio de los casos iba asociada a pérdida de tiempo en la última temporada. Los valores de fuerza fueron similares en ambos grupos. Sin embargo, los valores registrados en las subescalas de dolor, actividades deportivas y recreacionales, calidad de vida y la media de todas las subescalas fueron más bajas en los jugadores lesionados en comparación con los sanos.

Los resultados de este estudio reflejan que prácticamente la mitad de los jugadores que participaron en el estudio (54%) sufrieron DI durante la última temporada. Sin embargo, solo el 18,2% llegó a detener su actividad al menos un día a causa de esta lesión. Recoger únicamente el DIPT infraestima la verdadera prevalencia para esta lesión. Mercurio *et al*, comparó la prevalencia en una temporada del DIPT en varios deportes, siendo el fútbol el que alcanzó una mayor incidencia (32,5%), seguido del fútbol sala (25,5%) y del baloncesto (25,2%). Disciplinas deportivas como el waterpolo (17,6%) y el voleibol (13,6%)³, registraron valores similares a nuestros deportistas, por lo que podríamos considerar al hockey sobre patines como un deporte moderadamente lesivo (18,2%) en relación a esta patología. No obstante, es necesario aclarar que nuestros deportistas son adolescentes, a diferencia del estudio mencionado, donde la edad de los participantes está alrededor de los 25 años. Las lesiones de cadera/ingle corresponden al 10-14% del total en futbolistas de adolescentes (sub-16)^{24,25}, por lo que ambos deportes comparten una prevalencia similar. Es preocupante encontrar estas tasas

en deportistas en edad formativa, sobre todo si se tiene en cuenta que el factor de riesgo primordial para desarrollar DI en el futuro es haberlo padecido previamente^{12,13}.

Esta patología es compleja y es necesario que se estudie en todo su espectro. Nuestros resultados arrojan que el 33% de los casos de DI son PT. Asimismo, estudios en futbolistas observan que del 10-34% de casos de DI son PT^{5,6}. Este mismo patrón se observa en el hockey sobre hielo, donde a lo largo de una temporada medir el DIPT recoge solo 42,2% de todos los casos. La evidencia confirma la relevancia de recoger todos los episodios de DI ya que menos de la mitad son PT.

En lo referido a la fuerza, este estudio está en consonancia con otros realizados en poblaciones similares. Se ha observado una fuerza absoluta y relativa de 254,6 N y 3,25 Nm/kg, respectivamente. Dos estudios recientes recogieron los valores de fuerza aductora en futbolistas de categorías inferiores: para la categoría Sub-17 la fuerza media era de 239,7 N; 3,1 Nm/kg y 289,9 N; 3,5 Nm/kg, en términos absolutos y relativos respectivamente^{26,27}. Curiosamente, Esteve *et al.*²⁸ registró peores valores de fuerza (2,81Nm/kg) en futbolistas de categoría senior (Edad: 23 años, DE =4), aunque este resultado puede explicarse por el hecho de que se hicieron las mediciones en la pretemporada. A la vista de nuestros resultados, la práctica del hockey sobre patines provoca adaptaciones similares de fuerza a las encontradas en el fútbol.

En cuanto a la fuerza en el 5SST, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos (p =0,26-0,95). La evidencia previa afirma que una falta de fuerza es un factor de riesgo para padecer esta lesión^{12,13}, pero analizando los últimos estudios se observan resultados contradictorios. Wörner *et al.*²² observa una diferencia de 0,35Nm/kg (p <0,001) entre los jugadores que presentaron un dolor inferior a 3/10 durante el 5SST, aunque en un estudio posterior, este mismo autor no encontró diferencias (p ≥0,15)²⁹. Una posible explicación a las divergencias descritas puede deberse a la falta de control del tiempo que los jugadores habían estado lesionados. Si atendemos a este factor, los deportistas que sufrieron DI de más de 6 semanas de duración tenían un 15,3% menos de fuerza que sus pares sanos²⁸.

Hemos registrado una funcionalidad total de 90/100 medida a través del cuestionario HAGOS. Puntuando 92,1/100 los jugadores sanos y 80/100 aquellos lesionados en la pasada temporada, la diferencia de medias es de 12,1 puntos. Además, se encontraron diferencias significativas para 3 subescalas (p <0,05). Desde que se comenzó a utilizar, varios estudios han confirmado que la herramienta HAGOS es válida para discriminar aquellos jugadores lesionados de los sanos. El primer estudio publicado en 2013 obtuvo una diferencia significativa total de 5,3 puntos, encontrando también diferencias en todas las subescalas³⁰. En trabajos más recientes se observan diferencias significativas totales de entre 8,2 hasta 20,6 puntos³¹⁻³³. Sin embargo, cuando se comparan los resultados por subescalas, solo Carolan *et al.*³³ y Thorborg *et al.*³¹ encontraron diferencias en todas las subescalas, mientras que en el estudio de DeLang *et al.*³² no se observaron diferencias en las subescalas de actividades de la vida cotidiana y actividades deportivas y recreacionales. Las diferencias entre estudios pueden deberse a la heterogeneidad de las muestras utilizadas en cada uno, pese a realizarse en deportes diferentes (fútbol vs. hockey); nuestros resultados están en consonancia con los obtenidos por otros grupos de investigación³⁰⁻³³.

Este es el primer estudio que recoge los valores de fuerza, funcionalidad e historia de DI en jugadores de alto rendimiento Sub-16 de hockey sobre patines. Sin embargo, no está exento de limitaciones. Primero, la muestra de estudio es pequeña por lo que no se cuenta con el poder estadístico suficiente. Otra limitación es que no se contabilizó el tiempo que los jugadores sufrieron de DI, es posible que algunos jugadores hayan estado lesionados más tiempo a causa de estar atravesando un cuadro de DI. Pese a esto, contabiliza todo el espectro de la lesión por lo que no se infraestiman los casos, además de estar realizado en una población donde existe poca literatura. En el futuro otras líneas de investigación podrían centrarse en la epidemiología de la lesión en el hockey femenino, las deficiencias funcionales a consecuencia del DI que podrían condicionar el rendimiento, o la prevención, temas donde ya hay trabajos en otras áreas y que han obtenido resultados prometedores.

Conclusión

La prevalencia de dolor inguinal en todo su espectro es alta en jugadores jóvenes de alto nivel. La funcionalidad mediante el cuestionario HAGOS fue capaz de discriminar entre jugadores previamente lesionados mientras que la fuerza fue similar entre grupos. Dentro de la detección y tratamiento del dolor inguinal, el HAGOS parece ser una buena herramienta por lo que su uso se aconseja en esta población.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Weir A, Brukner P, Delahunt E, Ekstrand J, Griffin D, Khan KM, et al. Doha agreement meeting on terminology and definitions in groin pain in athletes. *Br J Sports Med.* 2015;49:768–74.
- 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.
- Mercurio M, Corona K, Galasso O, Cerciello S, Morris BJ, Guerra G, et al. Soccer players show the highest seasonal groin pain prevalence and the longest time loss from sport among 500 athletes from major team sports. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022;30:2149–57.
- Wörner T, Thorborg K, Clarsen B, Eek F. Incidence, prevalence, and severity of and risk factors for hip and groin problems in swedish male ice hockey players: A 1-season prospective cohort study. *J Athl Train.* 2022;57:72–8.
- Harøy J, Clarsen B, Thorborg K, Hölmich P, Bahr R, Andersen TE. Groin problems in male soccer players are more common than previously reported. *Am J Sports Med.* 2017;45:1304–8.
- Esteve E, Clausen MB, Rathleff MS, Vicens-Bordas J, Casals M, Palahí-Alcàcer A, et al. Prevalence and severity of groin problems in spanish football: a prospective study beyond the time-loss approach. *Scand J Med Sci Sports.* 2020;30:914–21.
- Fernández D, Moya D, Cadefau JA, Carmona G. Integrating external and internal load for monitoring fitness and fatigue status in standard microcycles in elite rink hockey. *Front Physiol.* 2021;12:1–10.
- De Pablo B, Peña J, Moreno D, Rodas G, Casals M. Injury incidence and patterns in rink hockey: a systematic review. *Apunt Sport Med.* 2022;57:100380.
- Quintana-Cepedal M, Rodríguez MÁ, Crespo I, del Valle M, Olmedillas H. Epidemiology of rink hockey-related injuries. *J Sport Rehabil.* 2022;1-6.
- Florit D, Pedret C, Casals M, Malliaras P, Sugimoto D, Rodas G. Incidence of tendinopathy in team sports in a multidisciplinary sports club over 8 seasons. *J Sport Sci Med.* 2019;18:780–8.
- Wörner T, Thorborg K, Eek F. High prevalence of hip and groin problems in professional ice hockey players, regardless of playing position. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28:2302–8.
- Whittaker JL, Small C, Maffey L, Emery CA. Risk factors for groin injury in sport: an updated systematic review. *Br J Sports Med.* 2015;49:803–9.
- Ryan J, DeBurca N, Mc Creesh K. Risk factors for groin/hip injuries in field-based sports: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2014;48:1089–96.
- Bourne MN, Williams M, Jackson J, Williams KL, Timmins RG, Pizzari T. Preseason hip/groin strength and hagos scores are associated with subsequent injury in professional male soccer players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2020;50:234–42.
- Esteve E, Casals M, Saez M, Rathleff MS, Clausen MB, Bordas JV, et al. Past-season risk assessment of groin problems in male football players: a prospective full-season study. *Br J Sports Med.* 2021;1–7.
- Emery CA, Meeuwisse WH. Risk factors for groin injuries in hockey. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1423–33.
- Vandenbroucke JP, Von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (strobe): explanation and elaboration. *Epidemiology.* 2007;18:805–35.
- Thorborg K, Hölmich P, Christensen R, Petersen J, Roos EM. The copenhagen hip and groin outcome score (hagos): development and validation according to the cosmin checklist. *Br J Sports Med.* 2011;45:478–91.
- Thorborg K, Branci S, Nielsen MP, Langelund MT, Hölmich P. Copenhagen five-second squeeze: a valid indicator of sports-related hip and groin function. *Br J Sports Med.* 2017;51:594–9.
- Drew MK, Palsson TS, Izumi M, Hirata RP, Lovell G, Chiarelli P, et al. Resisted adduction in hip neutral is a superior provocation test to assess adductor longus pain: an experimental pain study. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26:967–74.
- Thorborg K, MSportsphysio, Branci S, Nielsen MBMP, Tang L, Nielsen MBMP, et al. Eccentric and isometric hip adduction strength in male soccer players with and without adductor-related groin pain: an assessor-blinded comparison. *Orthop J Sport Med.* 2014;2:1–7.
- Wörner T, Thorborg K, Eek F. Five-second squeeze testing in 333 professional and semiprofessional male ice hockey players: how are hip and groin symptoms, strength, and sporting function related? *Orthop J Sport Med.* 2019;7:1–7.
- Cohen J. A power primer. *Psychol Bull.* 1992;112:155–9.
- Light N, Johnson A, Williams S, Smith N, Hale B, Thorborg K. Injuries in youth football and the relationship to player maturation: an analysis of time-loss injuries during four seasons in an english elite male football academy. *Scand J Med Sci Sport.* 2021;31:1324–34.
- Materne O, Chamari K, Farooq A, Weir A, Hölmich P, Bahr R, et al. Injury incidence and burden in a youth elite football academy: a four-season prospective study of 551 players aged from under 9 to under 19 years. *Br J Sports Med.* 2021;55:493–500.
- Light N, Thorborg K, Krommes K, Nielsen MF, Thornton KB, Hölmich P, et al. Rapid spike in hip adduction strength in early adolescent footballers: a study of 125 elite male players from youth to senior. *Int J Sports Physiol Perform.* 2022;1–8.
- DeLang MD, Garrison JC, Hannon JP, McGovern RP, Christoforetti J, Thorborg K. Short and long lever adductor squeeze strength values in 100 elite youth soccer players: does age and previous groin pain matter? *Phys Ther Sport.* 2020;46:243–8.
- Esteve E, Rathleff MS, Vicens-Bordas J, Clausen MB, Hölmich P, Sala L, et al. Preseason adductor squeeze strength in 303 spanish male soccer athletes: a cross-sectional study. *Orthop J Sport Med.* 2018;6:2325967117747275.
- Wörner T, Thorborg K, Clarsen B, Eek F. Hip and groin function and strength in male ice hockey players with and without hip and groin problems in the previous season- a prospective cohort study. *Phys Ther Sport.* 2021;52:263–71.
- Thorborg K, Branci S, Stensbirk F, Jensen J, Hölmich P. Copenhagen hip and groin outcome score (hagos) in male soccer: reference values for hip and groin injury-free players. *Br J Sports Med.* 2014;48:557–9.
- Thorborg K, Rathleff MS, Petersen P, Branci S, Hölmich P. Prevalence and severity of hip and groin pain in sub-elite male football: a cross-sectional cohort study of 695 players. *Scand J Med Sci Sport.* 2017;27:107–14.
- DeLang MD, Garrison JC, Hannon JP, McGovern RP, Sheedy PJ, Christoforetti JJ, et al. Midseason screening for groin pain, severity, and disability in 101 elite american youth soccer players: a cross-sectional study. *Clin J Sport Med.* 2021;32.
- Carolan D, Richter C, Thorborg K, Franklyn-Miller A, O'Donovan J, McDonald C, et al. Hip and groin pain prevalence and prediction in elite gaelic games: 2703 male athletes across two seasons. *Scand J Med Sci Sport.* 2022;32:924–32.

Espíritu **UCAM** Espíritu Universitario

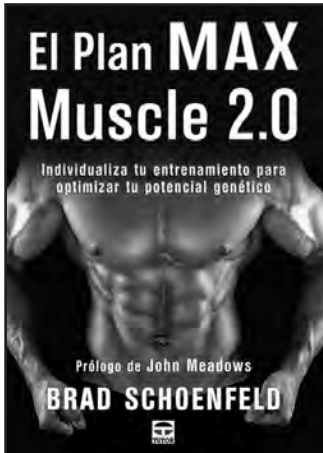
Miguel Ángel López

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



EL PLAN MAX MUSCLE 2.0

Individualiza tu entrenamiento para optimizar tu potencial genético

Autor: Brad Schoenfeld

ISBN: 978-84-18655-18-0

Edita: Ediciones Tutor, S.A.

Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.

Formato: 17 x 24 cm. Nº páginas: 296. Ilustraciones: B/N. Encuadernación: Rústica cosida.

Tel. 915 599 83 - E-mail: info@edicionestutor.com - Web: www.edicionestutor.com

Olvidate de estancarte en tu entrenamiento, gana masa muscular magra y logra el mejor cuerpo de toda tu vida con El Plan MAX Muscle 2.0, un sistema científicamente probado para ayudarte a maximizar tu potencial muscular y transformar tu físico. Desarrollado por el famoso experto en fuerza y fitness y autor superventas Brad Schoenfeld, este libro proporciona su plan periodizado

de seis meses de duración que manipula las variables del ejercicio para generar un crecimiento muscular claro y constante.

Además, incluye la ciencia más actual y evidencias basadas en estudios. También dedica un capítulo al calentamiento MAX con información detallada y otro a responder hasta 13 preguntas frecuentes planteadas al autor por sus seguidores en la última

década. Con instrucciones paso a paso para 106 de los ejercicios más eficaces por regiones corporales, directrices para incorporar sesiones de ejercicios cardiorrespiratorios al programa, y consejos nutricionales para potenciar el desarrollo muscular y la recuperación, este libro es la guía completa para una transformación total de tu cuerpo. Los resultados hablarán por sí solos.



PADDLE SURF-SUP

Cómo mejorar la eficiencia, la técnica, las habilidades y la capacidad física

Autor: Andy Burrows y James Van Druenen

ISBN: 978-84-18655-23-4

Edita: Ediciones Tutor, S.A.

Impresores 20. P.E. Prado del Espino. 28660 Boadilla del Monte. Madrid.

Formato: 17 x 24 cm. Nº páginas: 152. Ilustraciones: Color. Encuadernación: Rústica cosida

Tel. 915 599 83 - E-mail: info@edicionestutor.com - Web: www.edicionestutor.com

En palabras de los autores: "Hemos escrito este libro para compartir nuestras ideas sobre cómo cualquiera puede mejorar en el SUP. Muchos libros cubren aspectos básicos de la palada para ayudar a los que se inician. Queremos ayudar a las personas que ya saben SUP

a hacerlo mejor. Queremos inspirarles el deseo de mejorar continuamente, experimentar y disfrutar".

Con más de 100 fotografías y secuencias, este libro proporciona inspiración y es una guía para mejorar en el SUP. Tanto si te interesan las regatas

como las travesías, el surf o el yoga SUP, este libro contiene todo lo necesario para mejorar la eficiencia, la técnica, las habilidades y la capacidad física antes de explorar las distintas formas de navegar y describir el equipo que necesitas.

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

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

Las citas bibliográficas se expondrán del modo siguiente:

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

Ética

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

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

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

Hoja de inscripción a SEMED-FEMEDE 2023

Nombre Apellidos DNI

Calle N° C.P.

Población Provincia

Tel. Fax e-mail Titulación

La cuota anual de SEMED-FEMEDE

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

Orden de pago por domiciliación bancaria

Nombre y apellidos DNI

Sr. Director del Banco o Caja

Oficina Sucursal Calle N°

Población Provincia C.P.

Firma titular	
Fecha	

Le ruego cargue anualmente en mi cuenta N°

Entidad			Oficina		D.C.		N° Cuenta o Libreta				

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

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

Hoja de suscripción a Archivos de Medicina del Deporte 2023

- Importe suscripción (Dto. librerías 10%)**
- 165€ España (IVA incluido) 220€ Internacional (excepto Europa) Deseo recibir un ejemplar de muestra sin cargo
- 180€ Europa
- Para suscripciones institucionales consultar precios

Dirección de envío

Nombre Apellidos DNI

Calle N° Piso C.P.

Población Provincia País

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

Forma de pago

- Adjunto cheque n° a nombre de Esmon Publicidad por euros.
- Transferencia bancaria Domiciliación bancaria

Titular DNI

Firma titular	
Fecha	

Entidad			Oficina		D.C.		N° Cuenta o Libreta				

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

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



Campaña de aptitud física, deporte y salud



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

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

BIOALTITUDE® V100



Válido para realizar
Ejercicio en Hipoxia



60 Litros



15 Litros



120 Litros

EJERCICIO EN HIPOXIA PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO

Datos Técnicos - Bioaltitude® V100

HIPOXIA: Flujo: 40 - 100 L/min - Concentración de O₂: 8,5% - 20%

Flujo promedio máximo: 100 L/min.

Flujo pico máximo: 140 l/min

HIPOERXIA: Flujo: 0 - 15 L/min

Concentración de O₂: 70% - 93%

TIPO DE HIPOXIA: Dormir / Reposo / Ejercicio /
Sprints repetidos (RSH)

MÉTODO: Separación del aire por método físico

AIRE HIPERÓXICO: Sí, hasta 15 L/min

MEDIDAS / PESO: 34,4 x 30,6 x 56,5 cm / 20 Kg

NIVEL SONORO: <50 dB

BOLSA DE EXPANSIÓN: Incluida. 60 litros de capacidad.
Opcional hasta 240 litros.

TUBOS: 2 x 3 m

GARANTÍA: 3 años o 5000 horas, en nuestras instalaciones

MANTENIMIENTO: Mínimo (limpieza de filtros y reemplazo filtro
Hepa cada 6 meses)

PESO: 20 kilos

OTROS GENERADORES



400 x 365 x 650 mm
31 Kilos



318 x 191 x 520 mm
11 Kilos



760 x 540 x 1390 mm - 120 Kilos