

Archivos de medicina del deporte

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Medicina del Deporte



ORIGINALES

Efecto de la suplementación aguda con bicarbonato sódico sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales

High-intensity training effects on top-level soccer referees' repeated sprint ability and cardiovascular performance

Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de carga interna en mujeres no deportistas: estudio piloto

Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición

Evaluation of anthropometric and nutritional assessment of basketball players

Intervención educativa en futbolistas para la prevención de lesiones músculo esqueléticas

REVISIONES

Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations

Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática





Especialistas en Hipoxia-Altitud Simulada

Generadores, Tiendas, Accesorios (Pulsioxímetros, Analizadores de Oxígeno, Máscaras de Ejercicio,...).

*Todo lo que necesitas
para tu entrenamiento
en altura/hipoxia en*

shop.biolaster.com



Sigue nuestro Blog de Hipoxia:



BIOLaster 
www.biolaster.com

T. 943 300 813

M. 639 619 494





Sociedad Española de Medicina del Deporte

Junta de Gobierno

Presidente:

Pedro Manonelles Marqueta

Vicepresidente:

Carlos de Teresa Galván

Secretario General:

Luis Franco Bonafonte

Tesorero:

Javier Pérez Ansón

Vocales:

Miguel E. Del Valle Soto

José Fernando Jiménez Díaz

Juan N. García-Nieto Portabella

Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea

José Naranjo Orellana

Edita

Sociedad Española de Medicina del Deporte

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

Tel. +34 976 02 45 09

femede@femede.es

www.femede.es

Correspondencia:

C/ Cánovas nº 7, local

50004 Zaragoza (España)

archmeddeporte@semede.es

http://www.archivosdemedicinadeldeporte.com/

Publicidad

ESMON PUBLICIDAD

Tel. 93 2159034

Publicación bimestral

Un volumen por año

Depósito Legal

Zaragoza. Z 988-2020

ISSN

0212-8799

Soporte válido

Ref. SVR 389

Indexada en:

EMBASE/Excerpta Medica, Índice

Médico Español, Sport Information Resource

Centre (SIRC), Índice Bibliográfico Español de

Ciencias de la Salud (IBECS),

Índice SJR (SCImago Journal Rank), y SCOPUS

La Revista Archivos de Medicina del Deporte ha obtenido el Sello de Calidad en la V Convocatoria de evaluación de la calidad editorial y científica de las revistas científicas españolas, de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).



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



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA



AEPSAD
AGENCIA ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN
DE LA SALUD EN EL DEPORTE

Archivos

de medicina del deporte

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

Sumario / Summary

Editorial

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

Roberto Cejuela Anta217

Originales / Original articles

Efecto de la suplementación aguda con bicarbonato sódico sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales

Effect of acute sodium bicarbonate supplementation on performance on the obstacle run in professional military pentathlete

Sergio Andrés Galdames Maliqueo, Álvaro Cristian Huerta Ojeda, Andrea Verónica Pastene Rivas..... 220

High-intensity training effects on top-level soccer referees' repeated sprint ability and cardiovascular performance

Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la habilidad de repetir sprints y el rendimiento cardiovascular en árbitros de fútbol de alto nivel

Daniel Castillo Alvira, Jesús Cámara Tobalina, Carlo Castagna, Jose Antonio Casajús, Javier Yanci Irigoyen227

Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de carga interna en mujeres no deportistas: estudio piloto

Heart rate variability as an indicator of internal load in non-athlete women: pilot study

Claudio Nieto-Jiménez, Carla Bertoglia-Ghiglino, Estefanía Soto-Voisier, Isabel Morales-Rodríguez, Francisca Sepúlveda-Catalán, Daiana Quintiliano-Scarpell, José F. Ruso-Álvarez 234

Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición

Prevalence of cardiovascular risk factors in elite athletes after leaving the competition

Mireia Parra, Kelly Ferri, Maite Doñate, Teresa Puig, Ignasi Gich, Ricard Serra-Grima 239

Evaluation of anthropometric and nutritional assessment of basketball players

Evaluación antropométrica y nutricional de jugadores de baloncesto

Antonio J. Zamora, María L. Belmonte244

Intervención educativa en futbolistas para la prevención de lesiones músculo esqueléticas

Educational intervention in footballers for the prevention of musculoskeletal injuries

Jorge E. Moreno-Collazos, Harold F. Cruz- Bermúdez, Eva. Segura- Orti, Iván D. Pinzón-Rios 253

Revisiones / Reviews

Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations

Hiponatremia asociada al ejercicio en deporte de resistencia: revisión con recomendaciones prácticas

Volker Scheer, Beat Knechtle 260

Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática

Physical activity in oncological breast cancer patients: non-pharmacological sports medical therapy? Systematic review

Diego Fernández-Lázaro, Alberto Caballero-García, Alfredo Córdova Martínez, María Paz Lázaro Asensio, Juan Mielgo-Ayuso, César I. Fernández-Lázaro 266

XVIII Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte275

Agenda / Agenda277

Normas de publicación / Guidelines for authors279

La cuantificación de la carga de entrenamiento – elemento básico del rendimiento deportivo en el siglo XXI

Quantification of Training load – a basic element of sports performance in the 21st century

Roberto Cejuela Anta

Área Educación Física y del Deporte. Departamento Didáctica General y Didácticas Específicas. Universidad de Alicante.

Monitorizar la carga de entrenamiento es un tema actual en las ciencias del deporte. Tanto científicos como entrenadores, monitorizan diariamente las cargas de entrenamiento usando diferentes enfoques multidisciplinares y la búsqueda de las mejores metodologías para recoger e interpretar los datos ha producido un aumento exponencial en la investigación empírica y aplicada.

La carga o estímulo de entrenamiento, implica la combinación del modo de ejercicio y la dosis de volumen, intensidad y densidad o frecuencia del mismo. La relación entre la carga de entrenamiento, el estado de estrés (físico, fisiológico y psicológico) provocado por la misma y la recuperación, es fundamental para provocar adaptaciones positivas que mejoren el rendimiento deportivo y no inducir a los deportistas a un sobre-entrenamiento. Para cuantificar los componentes de la carga (volumen, intensidad, densidad y frecuencia), se han propuesto modelos que miden la carga interna y externa, principalmente diferenciados por los indicadores para medir o estimar la intensidad de esfuerzo.

Carga interna

La carga interna ha sido definida como el estrés biológico (físico, fisiológico y psicológico) que supone el entrenamiento en el deportista en relación al volumen (tiempo) de entrenamiento. Existen diferentes indicadores para determinarla:

- Consumo de oxígeno (equivalentes metabólicos)
- Indicadores de frecuencia cardíaca (Zonas de entrenamiento, variabilidad de la FC)
- Concentración de lactato en sangre
- Escala de RPE (percepción subjetiva de esfuerzo)

- Concentración o volumen de marcadores biológicos (urea, CK, hemoglobina, ferritina, cortisol, testosterona, estrógenos y progesterona en mujeres, etc)
- Test sociológicos-psicológicos (POMS, Rest-Q-Sport)

Carga externa

La carga externa es la medida objetiva del rendimiento realizado por el deportista en los entrenamientos o la competición y se evalúa independientemente de la carga interna de entrenamiento. Las principales medidas para determinarla son:

- Velocidad y/o aceleración de movimiento del ejercicio (m/s, Km/h, m/s²)
- Potencia producida en el movimiento: vatios absolutos (W) o relativos al peso (W/Kg)
- Distancia recorrida (metros, kilómetros)
- Tiempo de ejercicio (segundos, minutos, horas)
- Estadísticas de rendimiento: aciertos o fallos en las acciones decisivas del rendimiento en cada deporte (goles, puntos, golpes, pases, paradas, bloqueos, remates, etc).

Hacia modelos de cuantificación de carga, óptimos y específicos, en los deportes

La integración en diferentes modelos de la carga interna y la carga externa da una mayor información sobre el estrés que provoca el entrenamiento en el deportista. Por ejemplo, la misma carga externa

repetida de forma monótona en las sesiones de entrenamiento, puede provocar diferentes reacciones en los indicadores de carga interna, lo cuál va a suponer un diferente estrés y fatiga.

Por ello, sería más óptimo utilizar el modelo más adecuado a las características que presenten los deportistas y el deporte que pretendamos cuantificar. Existen varias propuestas de modelos publicados en los últimos años.

Deportes colectivos

La carga externa ha sido históricamente la medida más usada para cuantificar la carga de entrenamiento en los deportes de equipo, donde mezclan esfuerzos de alta intensidad con recuperaciones cortas a lo largo del juego. Mediante GPS, acelerómetros y sistemas de análisis del movimiento, se calculan las velocidades, aceleraciones y acciones realizadas por los jugadores, en entrenamientos y competición. Ha existido una mayor dificultad para relacionar estos valores con la carga interna que supone la realización del movimiento. La más usada ha sido la frecuencia cardiaca, utilizada más como indicador de la recuperación de la intensidad de las acciones en los jugadores. En la actualidad los softwares de análisis de datos son fundamentales para cuantificar las acciones realizadas y su intensidad de ejecución. Es muy importante que el analista filtre la información, las acciones más relevantes para el éxito en el juego, que proporciona el "big data" para los preparadores físicos y los entrenadores de cada jugador. Esta información, junto con la carga interna indicadora de la fatiga (frecuencia cardiaca, RPE, marcadores biológicos, test socio y psicológicos), será la necesaria para cuantificar la carga de entrenamiento. No existe un modelo único para todos los deportes, debido a su gran variedad en el reglamento y a la diversidad de factores de rendimiento que son específicos para conseguir éxito en cada deporte colectivo.

Deportes o entrenamientos de resistencia aeróbica

La carga interna aeróbica ha sido ampliamente estudiada y medida en los deportes de resistencia en relación con la carga externa. Por ello existen diferentes modelos de cuantificación de la carga que relacionan ambas, como, el índice de carga de Foster, los TRIMP o los ECOs.

- El índice de carga relaciona el tiempo de entrenamiento (sin tener en cuenta la pausa) de cada sesión la RPE de cada deportista.
- Los Impulsos de Entrenamiento (TRIMP) relacionan el tiempo de entrenamiento (sin tener en cuenta la pausa) de cada sesión con la zona de esfuerzo medida en frecuencia cardiaca de cada deportista.
- El *Training Stress Score* (TSS) relaciona el tiempo de entrenamiento (sin tener en cuenta la pausa) con la zona de esfuerzo individual medida en potencia mecánica externa generada en el entrenamiento por el deportista.
- Los Equivalentes de Carga Objetivos (ECO) relacionan el tiempo de entrenamiento (teniendo en cuenta la densidad, tiempo de trabajo/tiempo de descanso) con la zona de esfuerzo individual de cada deportista (medida en la unidad más idónea para cada

zona, incluidas las anaeróbicas y la fuerza) y el modo de ejercicio diferente en cada deporte (correr, nadar, pedalear, etc).

Todos los modelos permiten hacer una relación entre la forma prevista y la fatiga producida en función del tiempo de recuperación. Pero la diferencia está en los indicadores de intensidad que utiliza cada modelo. Por ello, el factor clave es utilizar el modelo más adecuado a cada deporte en los indicadores de intensidad de esfuerzo/recuperación y modo de ejercicio, porque el coste energético de desplazamiento es diferente a una misma intensidad durante un mismo tiempo. El método de referencia sería medir el consumo de oxígeno-coste energético en cada entrenamiento, pero es poco práctico, en la actualidad, veremos en el futuro.

Deportes o entrenamientos de fuerza y potencia

La capacidad y la potencia anaeróbica, láctica y aláctica, son esfuerzos metabólicos que no se pueden medir de forma interna, por ello, se han cuantificado de forma externa mediante la potencia y la velocidad de ejecución de los movimientos como indicadores de la intensidad. Se utilizan acelerómetros, encoder lineales, células fotoeléctricas, sensores inerciales o video análisis, para estimar o medir la velocidad o potencia de ejecución. El volumen en los ejercicios de fuerza (sentadilla, press banca...) se cuantifica en número de series y repeticiones de ejercicios con tiempo de recuperación entre ellas. Mientras que para la acción deportiva se cuantifica en tiempo de esfuerzo el volumen (muy importante tener en cuenta la densidad) y para los esfuerzos lácticos se puede utilizar también el valor de lactato sanguíneo como indicador interno de esfuerzo.

Conclusión

En el siglo XXI la carga de entrenamiento, es un dato fundamental y válido, que sirve para realizar la planificación del entrenamiento y calcular el estado de forma previsto para las competiciones objetivo de cada deportista. Existen diferentes modelos específicos a utilizar en cada deporte para optimizar el rendimiento.

Es un indicador óptimo a utilizar para reducir el riesgo de lesión y el sobre-entrenamiento. Debe ser analizada de forma individual, intra-sujeto, y de forma longitudinal a lo largo del tiempo para poder comparar el proceso de entrenamiento vs mejora del rendimiento.

Bibliografía

1. Bourdon PC, Cardinale M, Murray A, Gastin P, Kellmann M, Varley MC, Gabbett TJ, Coutts AJ, Burgess DJ, Gregson W, Cable NT. Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2017;12:52-161-52-170.
2. Borresen J, Lambert M. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*. 2009;39:779-95.
3. Cardona CA, Cejuela R, Esteve-Lanao. *Manual para entrenar deportes de resistencia*. All in your mind. Mérida (México).2019.
4. Cejuela, R, Esteve-Lanao J. Training load quantification in triathlon. En: Migliorini S. (eds) *Triathlon Medicine*. Springer, Cham. 2020.

Analizador Instantáneo de Lactato Lactate Pro 2

arkray
LT-1730

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



Importador para España:



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



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



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

Índice

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

Índice

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



Información: www.femede.es

Efecto de la suplementación aguda con bicarbonato sódico sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales

Sergio Andrés Galdames Maliqueo^{1,3}, Álvaro Cristian Huerta Ojeda^{2,3,5*}, Andrea Verónica Pastene Rivas⁴

¹Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, Valparaíso, Chile. ²Facultad de Educación. Universidad de Las Américas sede Viña del Mar, Chile. ³Grupo de Investigación en Salud, Actividad Física y Deporte ISAFYD. Escuela de Educación Física. Universidad de Las Américas sede Viña del Mar, Chile. ⁴Instituto Profesional y Centro de Formación Técnica, Universidad Santo Tomás, Viña del Mar. ⁵Centro de Capacitación e Investigación Deportiva Alpha Sports. Valparaíso, Chile.

Recibido: 12/07/2019
Aceptado: 05/12/2019

Resumen

Introducción: La suplementación con bicarbonato sódico (BS) ha sido ampliamente utilizada para retrasar la fatiga en deportes de alta intensidad. Sin embargo, no existe evidencia sobre la suplementación aguda con BS en la prueba de cancha con obstáculos del Pentatlón Militar.

Objetivo: Determinar el efecto de la suplementación aguda con BS sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares.

Material y método: Diez pentatletas militares profesionales fueron parte del estudio. El diseño fue de doble ciego, cruzado intrasujeto, mientras que la suplementación fue de 0,3 g·Kg⁻¹ de BS diluida en 500 mL de agua destilada o 0,045 mg·Kg⁻¹ de cloruro de sodio diluido en 500 mL de agua destilada (PL), ambas soluciones fueron ingeridas 60 minutos antes de realizar la prueba de cancha con obstáculos. Las variables fueron: tiempo de ejecución (s) y concentración de lactato ([La]) en los minutos 1, 3, 5, 7 y 9. El análisis estadístico fue realizado a través de una t de Student para muestras independientes, mientras que el tamaño del efecto (ES) fue calculado con la prueba d de Cohen.

Resultados: El tiempo en la cancha con obstáculos evidenció un descenso significativo luego de la suplementación con BS ($p < 0,01$; ES = 0,48; $\Delta = 3,7\%$), mientras que las [La] mostraron diferencias significativas entre ambos grupos en los minutos 5, 7 y 9 ($p < 0,05$).

Conclusiones: Al término del estudio, se comprobó que la suplementación aguda con BS aumentó el rendimiento en la prueba de cancha con obstáculos. Por lo tanto, la ingesta aguda con BS podría ser considerada como una ayuda ergogénica por los pentatletas militares.

Palabras clave:

Bicarbonato sódico. Alta intensidad. Rendimiento físico. Personal militar.

Effect of acute sodium bicarbonate supplementation on performance on the obstacle run in professional military pentathlete

Summary

Introduction: Sodium bicarbonate (SB) supplementation has been widely used to delay fatigue in high intensity sports. However, there is no evidence on acute supplementation with SB in the obstacle run in Military Pentathlon.

Objective: To determine the effect of acute supplementation with SB on performance on the obstacle run in military pentathletes.

Material and method: Ten professional military pentathletes were part of the study. The design was double blind, cross-over intra-subject, while supplementation was 0.3 g·Kg⁻¹ SB diluted in 500 mL of distilled water or 0.045 mg·Kg⁻¹ of sodium chloride diluted in 500 mL of distilled water (PL), both solutions ingested 60 minutes before performing the obstacle run. The variables were: execution time (s) and lactate concentration ([La]) in minutes 1, 3, 5, 7 and 9. The statistical analysis was performed through a Student's t test for independent samples, while the effect size (ES) was calculated with the Cohen d test.

Results: The time in the obstacle run showed a significant decrease after the SB supplementation ($p < 0.01$, ES = 0.48, $\Delta = 3.7\%$), while the [La] showed significant differences between both groups in the 5, 7, and 9 minutes ($p < 0.05$).

Conclusions: At the end of the study, it was found that acute supplementation with SB increased performance in the obstacle run. Therefore, acute SB ingestion could be considered as an ergogenic aid by military pentathletes.

Key words:

Sodium bicarbonate.
High intensity.
Physical performance.
Military personnel.

Correspondencia: Álvaro Cristian Huerta Ojeda
E-mail: achuertao@yahoo.es

Introducción

El Pentatlón Militar es la disciplina deportiva más importante de las ramas castrenses¹, mientras que su primera competencia data del año 1947, convirtiéndose años después en el evento deportivo más importante del Consejo Internacional de Deporte Militar (CISM)². El Pentatlón Militar considera la ejecución de las siguientes pruebas: tiro con rifle estándar (200 m o 300 m), carrera con obstáculos (500 m con 20 obstáculos), natación con obstáculos (50 m con 5 obstáculos), lanzamiento de la granada (16 lanzamientos de precisión y 3 lanzamientos de potencia máxima) y *cross country* (8 km)¹. Para las cinco pruebas existe un rendimiento de base que otorga 1.000 puntos pentatlón, es así como en aquellas pruebas que el rendimiento es asociado a mayor puntaje (Tiro y lanzamiento de granada), si los deportistas sobrepasan la base, obtendrán más de 1.000 puntos pentatlón. En la natación con obstáculos, el *cross country* y la cancha con obstáculos el rendimiento es asociado a un menor tiempo de ejecución. De forma específica, en la cancha con obstáculos, para obtener los 1.000 puntos pentatlón se debe finalizar el recorrido en 2 minutos con 40 segundos, y por cada segundo sobre o bajo esa marca, se restan o suman 7 puntos pentatlón a los 1.000 puntos de base, respectivamente³.

La prueba de cancha con obstáculos presenta un formato de carreras, en esta prueba se debe completar el recorrido en el menor tiempo posible, combinando las habilidades de trepar, correr, saltar, reptar y mantención del equilibrio por obstáculos delgados⁴. Lazar (2011)⁴, plantea que al momento de ejecutar esta prueba la frecuencia cardíaca puede llegar hasta los 200 latidos por minuto con un gran predominio del metabolismo anaeróbico. Desde la perspectiva fisiológica, esfuerzos máximos en la cancha con obstáculos al igual que en pruebas con predominio glucolítico, acumulan una serie de metabolitos deletéreos (H^+ , Pi), los que pueden reducir la fuerza de los músculos activos⁵. Es así como la acumulación de H^+ puede alterar el pH sanguíneo, perturbando el equilibrio ácido-base, cuya extensión depende de la intensidad y duración del esfuerzo⁶. Como medida compensatoria, el organismo ajusta sus *buffers* y la ventilación pulmonar se incrementa para atenuar la modificación del pH⁷.

Se ha postulado que al incrementar de manera exógena los niveles de bicarbonato sódico (BS), se podrían reducir los niveles de H^+ generados en el metabolismo glucolítico anaeróbico, aumentando el flujo de lactato desde los músculos activos hacia el medio extracelular⁸. Debido a estos antecedentes, la ingesta de BS ha sido ampliamente estudiada por sus potenciales beneficios para retrasar la fatiga en esfuerzos de corta duración y alta intensidad⁹, demostrando ser un beneficioso *buffer* en este tipo de estímulos físicos¹⁰. En la literatura, se ha descrito que el efecto ergogénico del BS en ejercicio se debe a la capacidad reforzada del *buffer* de bicarbonato extracelular para regular el equilibrio ácido-base durante el ejercicio¹¹. Por consiguiente, la incorporación exógena de BS daría lugar a iones bicarbonato, contribuyendo a un ambiente alcalino en los compartimentos de líquido extracelular¹². De esta manera, una revisión desarrollada por Siegler *et al.* (2016)¹¹, recomienda una suplementación de BS entre 0,2 a 0,3 g·kg⁻¹, pero también los investigadores concluyeron que se deberían encontrar estrategias de carga individualizada considerando el dolor gastrointestinal o cualquier cambio fisiológico presentado por los atletas¹¹.

Algunos de los estudios presentados para comprobar la efectividad de la suplementación de BS han utilizado pruebas de resistencia de corta¹³, media¹⁴ y larga duración¹⁵ basándose en deportes pedestres¹⁶, natación¹⁷, ciclismo¹⁸ y remo¹⁹. En el caso específico de deportes de aplicación militar, existe evidencia sobre la utilización de suplementos deportivos y ayudas ergogénicas en soldados durante un proceso de entrenamiento²⁰, ingesta de creatina²¹ y minerales²², pero desafortunadamente esta evidencia fue recabada en soldados físicamente activos y no en pentatletas militares. En relación a los estudios que relacionan suplementación con *buffers* y rendimiento en personal militar, existe evidencia sobre el uso de beta-alanina²³, sin embargo, debido a la escasa evidencia disponible en población militar, los investigadores concluyen que el uso de beta-alanina como *buffer* no resulta seguro para esta población.

Respecto a la suplementación con BS en población militar, se han reportado estudios con aumento del rendimiento físico en soldados conscriptos mediante la valoración de potencias a través del test de Wingate²⁴, pero al igual que en las referencias descritas anteriormente, esta investigación fue en soldados conscriptos y no en pentatletas militares. En relación a los antecedentes expuestos, y hasta donde el conocimiento alcanza, no existen investigaciones que relacionen la ingesta de BS como un suplemento *buffer* en la prueba de cancha con obstáculos del Pentatlón Militar. Por lo anterior, el objetivo principal de este estudio fue determinar el efecto de la suplementación aguda con BS sobre el rendimiento en la cancha con obstáculos en pentatletas militares profesionales.

Material y método

Aproximación experimental al estudio

En este estudio la muestra fue de 10 pentatletas militares profesionales, equivalentes al 100% de la población de pentatletas militares profesionales pertenecientes a la Armada de Chile. Es importante mencionar que estos pentatletas militares, tal como se describe en la caracterización de este deporte, deben ejecutar las cinco pruebas que constituye la competencia¹. Debido a lo anterior, los pentatletas militares que formaron parte del estudio tenían dedicación exclusiva para la práctica de este deporte, es decir, el tiempo diario de entrenamiento, distribuido en las cinco pruebas que compone el deporte, fue de seis horas. Además, el criterio de inclusión fue ser hombre con una experiencia mínima de tres años en entrenamiento de Pentatlón Militar. El criterio de exclusión fueron la prevalencia de lesiones musculoesqueléticas y la incapacidad de ejecutar la prueba de cancha con obstáculos a máxima intensidad. Para la aplicación del protocolo, se utilizó un diseño cuasi experimental, cruzado intrasujeto. Cada sujeto ejecutó dos veces la prueba de cancha con obstáculos con 72 horas de diferencia. La suplementación con BS o placebo (PL) se realizó 60 min antes de cada prueba de cancha con obstáculos. La administración de BS o PL fue con un método de doble ciego con formato aleatorio. Antes de comenzar el estudio, a todos los sujetos se les midió el peso, estatura y pliegues cutáneos. A todos los participantes de la investigación se les solicitó que se abstuvieran de ingerir cafeína, medicamentos y cualquier sustancia que incrementara el metabolismo durante todo el experimento.

Sujetos

10 pentatletas militares profesionales fueron parte del estudio (edad: $25,5 \pm 6,0$ años; peso: $67,0 \pm 2,0$ Kg; estatura: $172,7 \pm 3,6$ cm; índice de masa corporal: $22,5 \pm 1,0$ kg/m²; porcentaje de grasa: $12,0 \pm 2,6\%$. Todos los sujetos fueron informados del objetivo del estudio y de los posibles riesgos del experimento, todos firmaron un consentimiento informado antes de la aplicación del protocolo. El consentimiento informado y el estudio fueron aprobados por el Comité de Bioética de la Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, Valparaíso, Chile (registro número 933).

Instrumentos

Para la caracterización de la muestra, el peso y la estatura se midieron con la Balanza y Estadiómetro Health o Meter Professional®. Para determinar el porcentaje graso se midieron los pliegues cutáneos bicipital, tricipital, subescapular y supra espinal con un caliper F.A.G.A.® utilizando el método de Durnin y Womersley (1974)²⁵. Para el registro del tiempo en la prueba de cancha con obstáculos, se utilizaron fotocélulas marca Chronojump® y el software chronojump Versión 1.4.6.0®. Esta medición consideró un pórtico de apertura y otro de cierre al inicio y término de la cancha con obstáculos, respectivamente. Para la evaluación de la concentraciones de lactato ([La]) capilar post esfuerzo, se utilizó el lactómetro marca h/p/cosmos® que genera una detección enzimático-amperométrica de lactato con una precisión de $\pm 3\%$.

Calentamiento estandarizado

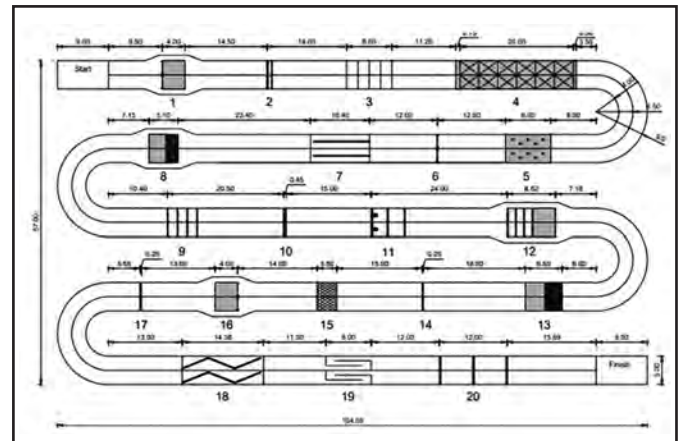
Para todas las evaluaciones el calentamiento estandarizado consistió en 10 minutos de movilidad articular, ejecutando movimientos de abducción, aducción y rotaciones de los miembros superiores e inferiores. Posteriormente los pentatletas ejecutaron trote continuo de 15 minutos a 130 latidos/minuto (para el registro de la frecuencia cardiaca se utilizó el monitor cardiaco marca Polar® modelo RS300), flexibilidad pasiva de 8 segundos de duración para cada grupo muscular, ejercicios de taloneo, skipping y tres aceleraciones de 80 metros.

Tratamiento

La prueba de cancha con obstáculos del Pentatlón Militar consiste en recorrer un circuito de 500 m de extensión con 20 obstáculos estandarizados de diferentes alturas y nivel de dificultad. Considera subir escaleras de 5 y 4 m de altura (obstáculos 1 y 17 respectivamente), pasar por 20 m red de cables de arrastre (obstáculo 4), escalar una pirámide de 3 m de altura (obstáculo 8), correr por sobre una viga de equilibrio en zig-zag de 8,5 m de longitud (obstáculo 18); el recorrido se efectúa por uno de los dos carriles y no se permite el traspaso de un carril a otro³ (Figuras 1 y 2).

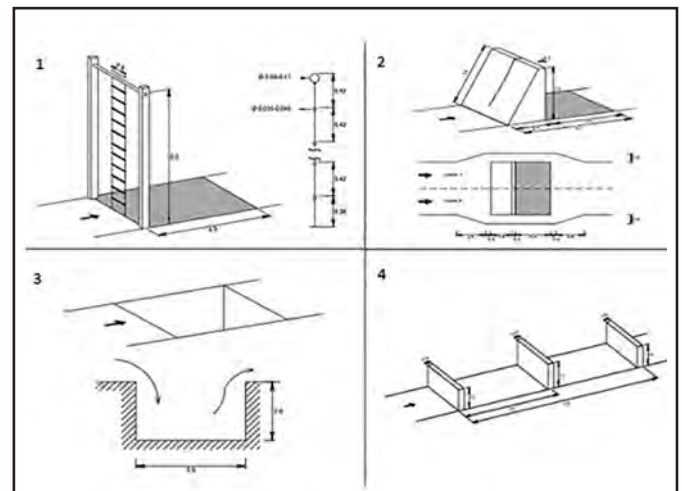
Cada pentatleta fue medido de forma individual respetado siempre el mismo orden y el horario de evaluación (todas las evaluaciones fueron realizadas durante la mañana). Cada deportista debió ejecutar la prueba de cancha con obstáculos en dos oportunidades con una diferencia de 72 horas, suplementado con BS o PL (Figura 3).

Figura 1. Circuito de cancha con obstáculos.



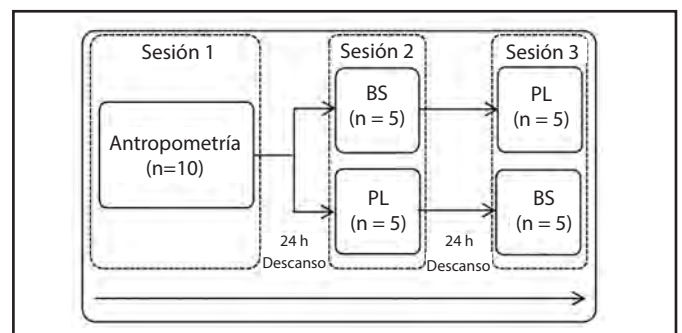
1: escalera de acero 5 m; 2: vigas dobles; 3: cable trampa; 4: red de cables de arrastre; 5: vado; 6: espaldera; 7: viga de equilibrio; 8: pared inclinada con cuerda; 9: vigas horizontales (arriba y abajo); 10: mesa irlandesa; 11: túnel y vigas dobles; 12: cuatro pasos de obstáculos; 13: banco y foso; 14: muro de asalto; 15: foso; 16: escalera vertical 4 m; 17: segundo muro de asalto; 18: viga de equilibrio (zigzag); 19: chicana; 20: 3 muros de asalto en sucesión.

Figura 2. Estaciones de la prueba de cancha con obstáculos de mayor dificultad técnica.



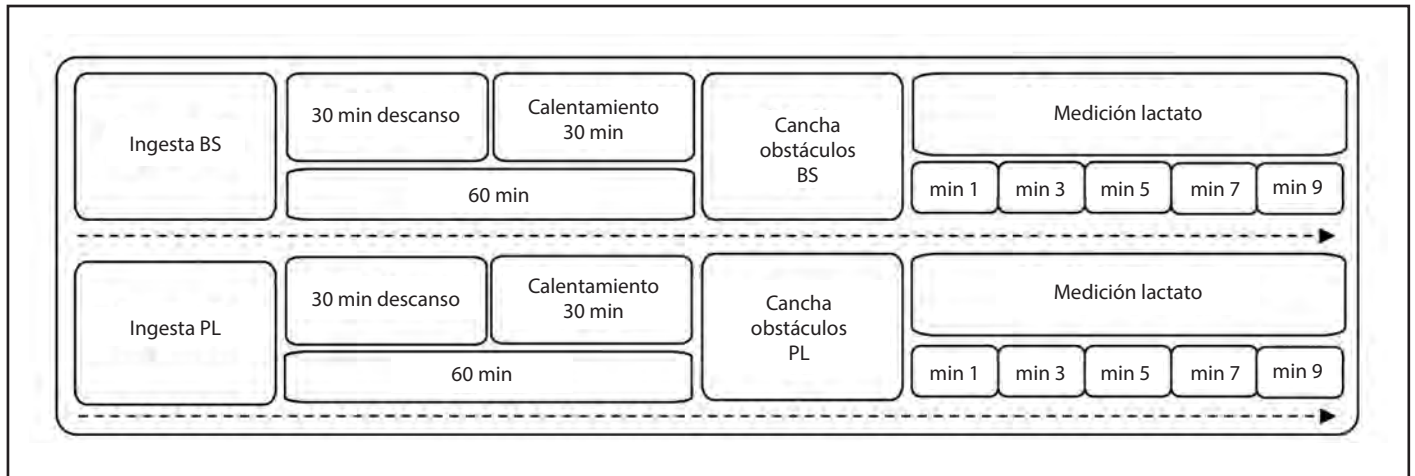
1: escalera de cuerda de 5 m; 2: pared inclinada con cuerda; 3: foso; 4: muros de asalto en sucesión.

Figura 3. Diseño metodológico para la aplicación del tratamiento con BS o PL.



h: horas; BS: Bicarbonato sódico; PL: Placebo.

Figura 4. Tiempo de espera entre ingesta de BS o PL y ejecución de prueba cancha con obstáculos.



BS: bicarbonato sódico; PL: Placebo; min: minuto.

Al término de cada prueba, se registró el tiempo empleado y se evaluaron las [La] capilar producido ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) post esfuerzo en los minutos 1, 3, 5, 7 y 9 (Figura 4). Todas las pruebas fueron aplicadas en la cancha con obstáculos ubicada en el recinto de la Academia Politécnica Naval de Viña del Mar, Chile.

Suplementación

Carga de Carbohidratos previo a la ejecución de la prueba de cancha con obstáculos (*timing* nutricional). Todos los atletas estuvieron a disposición dos horas antes de las pruebas de cancha con obstáculos en condiciones de ayuno. Lo anterior, con la finalidad de estandarizar una comida pre-evaluación, las que estuvieron constituidas por 2 g de carbohidratos simples por kilogramo de peso corporal²⁶.

Suplementación BS o PL. Una hora antes de ejecutar la prueba de cancha con obstáculos, los deportistas ingirieron una solución de BS o PL²⁷. La primera solución, tuvo una concentración de $0,3 \text{ g}\cdot\text{Kg}^{-1}$ de masa corporal diluido en 500 mL de agua destilada⁸. Mientras que la segunda (cloruro de sodio), tuvo a una concentración de $0,045 \text{ mg}\cdot\text{Kg}^{-1}$ de masa corporal diluida en 500 mL de agua destilada²⁸. La administración de la solución de bicarbonato de sodio o placebo fue de manera aleatoria con un formato de doble ciego.

Análisis estadístico

Los valores medios de las variables de tiempo y [La] fueron sometidos al test de normalidad Shapiro-Wilk. Posteriormente, el tiempo y las [La] se analizaron mediante la prueba t-Student para muestras independientes. El tamaño del efecto se calculó utilizando la prueba d de Cohen. Este último análisis considera un efecto insignificante ($d < 0,2$), pequeño ($d = 0,2$ hasta $0,6$), moderado ($d = 0,6$ a $1,2$), grande ($d = 1,2$ a $2,0$) o muy grande ($d > 2,0$). El nivel de significancia para todos los análisis estadísticos fue de $p < 0,05$. El análisis de datos se realizó con el software Graphpad InStat Versión 3.05[®].

Resultados

Aplicada la prueba t-Student, el tiempo realizado en la prueba de cancha con obstáculos suplementado con BS presentó una disminución estadísticamente significativa en comparación a la suplementación con PL ($p < 0,01$; TE = 0,48).

Por otra parte, las [La] post esfuerzo, bajo la suplementación con BS, presentaron un aumento significativo en comparación a la suplementación con PL para los 5, 7 y 9 minutos (Tablas 1 y 2).

Discusión

En relación al objetivo principal del estudio, la suplementación aguda con BS con una dosis de $0,3 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ en pentatletas militares profesionales, y luego someterlos a una prueba glucolítica de máxima intensidad, evidenció un descenso significativo en el tiempo de ejecución de la prueba cancha con obstáculos de Pentatlón Militar al ser comparado con el grupo PL ($p < 0,05$). Si bien la literatura sugiere que la alcalinidad metabólica a través de la suplementación de BS permitiría tener una

Tabla 1. Tiempo en la prueba de cancha con obstáculos post ingesta de BS y PL.

		tiempo (s)
Tiempo	PL media \pm DS	155,0 \pm 6,5
	BS media \pm DS	152,6 \pm 9,0
	Δ PL - BS (s)	2,4
	% PL - BS	3,7%
	t de Studen	**
	d de Cohen	0,48

PL: placebo; BS: Bicarbonato Sódico; DS: desviación estándar; Δ : delta; s (segundos); **($p < 0,05$).

Tabla 2. Producción de lactato antes y después de la prueba cancha obstáculos con ingesta de BS y PL.

	Lactato						
	Inicio	Término	min 1	min 3	min 5	min 7	min 9
PL (mmol·L ⁻¹)	1,9 ± 0,6	11,6 ± 3,2	15,5 ± 2,5	16,5 ± 2,9	16,2 ± 1,8	15,3 ± 2,7	13,9 ± 2,6
BS (mmol·L ⁻¹)	2,3 ± 0,6	12,1 ± 4,7	16,6 ± 3,4	18,4 ± 2,3	18,4 ± 2,1	18,9 ± 2,4	17,0 ± 3,2
Δ PL – BS (mmol·L ⁻¹)	-0,41	-0,50	-1,10	-1,90	-2,20	-3,60	-3,10
% PL - BS	21,0%	4,3%	7,0%	11,5%	13,5%	23,5%	22,3%
t de Student	ns	ns	ns	ns	*	*	*
d de Cohen	0,62	0,14	0,37	0,74	1,08	1,37	1,03

PL: placebo; BS: Bicarbonato Sódico; DS: desviación estándar; mmol·L⁻¹: milimoles por litro; min: (minuto); *(p<0,05); ns: no significativo.

mayor performance en estímulos de máxima intensidad²⁸, este es el primer trabajo que ha evidenciado un incremento en el rendimiento en pentatletas militares en la prueba de cancha con obstáculos. En relación a lo anterior, es importante destacar que el sistema de clasificación final en una competencia de pentatlón militar depende del puntaje que se obtiene en cada una de las pruebas. Por lo tanto, la reducción de 2,4 segundos en promedio a través de la ingesta de BS, permite que los deportistas adicionen 17,1 puntos a la prueba³, este incremento en el rendimiento, asociado al puntaje de Pentatlón Militar puede significar mejorar la posición final o ganar la competencia. De igual manera, es importante realizar un análisis individual de los resultados obtenidos frente a la variación en el rendimiento que pueden manifestar los deportistas frente a este tipo de protocolos²⁹ (Tabla 3).

En relación a las [La] post esfuerzo, Saunders *et al.* (2014)³⁰ consideran que la intensidad del ejercicio, para este tipo de protocolos, debe ser la suficiente para tener una gran acumulación de H⁺, y por tanto, estos esfuerzos están limitados por el aumento de la acidosis muscular. En el presente estudio las [La] post esfuerzo del minuto 3 para grupo PL fueron de 16,5 ± 2,9 mmol·L⁻¹. Esto refleja una elevada actividad metabólica y gran intensidad de esfuerzo³¹. Al comparar el grupo suplementado con BS y PL, se evidenciaron diferencias significativas en los 5, 7 y 9 minutos post esfuerzo (p < 0,05). En comparación a diseños experimentales similares, Lindh *et al.* (2008)¹⁰ llevaron a un grupo de nadadores a fatiga máxima reportado valores de [La] sanguíneo post esfuerzo sobre los 15 mmol·L⁻¹, evidenciando una mejora en el rendimiento de la prueba de 200 m libres, pero con una diferencia en las [La] post esfuerzo desde el minuto 4. Sin embargo, en el presente estudio, se encontraron diferencias significativas en las [La] entre el grupo suplementado con BS y el grupo PL desde los 5 hasta los 9 minutos. Las diferencias entre el estudio de Lindh *et al.* (2008)¹⁰ y la presente investigación, podrían explicarse debido a que esfuerzos experimentados en la natación generan una producción de lactato más elevada y anticipada que en esfuerzos de tipo pedestres³². Por otra parte, el incremento significativo en la producción de lactato en el grupo suplementado con BS en comparación con el grupo PL, podría estar asociado a una elevación en las concentraciones de bicarbonato en sangre, ya que este *buffer* produce un incremento en paralelo del gradiente intracelular/extracelular de H⁺, incrementando la actividad de los co-transportadores lactato/H⁺, generando un aumento en el flujo de H⁺ y lactato desde los músculos activos al medio

Tabla 3. Delta de rendimiento individual con PL y suplementación de BS.

Sujetos	Tiempo con PL (s)	Tiempo con BS (s)	Δ (s)	Diferencias porcentuales de tiempo entre PL y BS (%)
1	151,8	145,4	6,4	9,7
2	149,6	144,6	5,0	7,5
3	164,2	171,1	-6,9	-11,3
4	148,0	146,9	1,1	1,6
5	158,4	154,7	3,7	5,9
6	147,1	141,0	6,1	9,0
7	152,0	151,6	0,4	0,6
8	163,3	155,4	7,9	12,9
9	154,0	153,1	0,9	11,4
10	162,5	162,7	-0,2	-0,3

PL (placebo); BS (bicarbonato sódico); (s) segundos; Δ (delta)

extracelular³³. Por consiguiente, la atenuación de la acumulación de H⁺ en los músculos permite que la resíntesis glucolítica de ATP continúe en condiciones más favorables, retrasando la fatiga muscular durante el ejercicio de alta intensidad³³, esto permitiría asociar que una mayor actividad glicolítica produciría un aumento del rendimiento y tasas de lactato más elevadas³⁴. De lo anterior, Wang *et al.* (2019)³⁵ sostienen que el nivel máximo de lactato después del ejercicio representa la tolerancia máxima del organismo a la producción de lactato, reflejando también la capacidad del sistema glicolítico para producir ATP.

Respecto al protocolo de ingesta de BS y al tiempo de espera entre la ingesta y las pruebas máximas, los primeros estudios que analizaron esta variable sugirieron tiempos de espera de dos horas para la aplicación del tratamiento³⁶. A diferencia del protocolo utilizado por Siegler *et al.* (2010)³⁶, Maliqueo *et al.* (2018)¹⁴ evidenciaron resultados favorables en una prueba de tiempo límite por sobre la velocidad de umbral láctico utilizando un tiempo de espera de 60 minutos entre la ingesta y aplicación de la prueba máxima. Del mismo modo, Miller *et al.* (2016)¹⁸ estudiaron la repuesta de tiempo de ingesta individual y rendimiento deportivo en una prueba de resistencia a la velocidad, estableciendo que el tiempo promedio de ingesta para encontrar un pH

máximo individual fue a los 68 minutos post ingesta (tiempo similar al utilizado en el presente estudio). Si bien, la evidencia está demostrando que el tiempo de ingesta y la aplicación de la prueba máxima deben efectuarse de manera individualizada³⁷, resultaría interesante considerar la variación individual a diferentes tiempos de ingesta para deportistas de élite, dado que la mayoría de los estudios consideran a deportistas recreacionales o no especifican su nivel deportivo³⁸.

En relación a la dosificación utilizada en el presente estudio, existen recomendaciones que una dosis segura para humanos es de 0,3 g·Kg⁻¹⁽⁸⁾, logrando mantener los valores de pH y bicarbonato arterial de manera más favorable¹². Por tal razón y al no encontrar mayores antecedentes sobre suplementación de bicarbonato sódico en deportistas militares, menos en pentatletas militares, para este estudio se estableció la dosis con más reportes científicos favorables, ya sea en esfuerzos pedestres de larga corta o larga duración³⁹ o protocolos de corta duración y alta intensidad⁴⁰.

Conclusiones

Basados en los resultados obtenidos, se puede concluir que la suplementación aguda con BS, con una dosis de 0,3 g·Kg⁻¹ ingerida 60 minutos antes de la prueba cancha con obstáculos, reduce de manera significativa el tiempo de ejecución en pentatletas militares profesionales, traduciéndose en una mejora del rendimiento. Además, la ingesta de BS generó una mayor concentración de lactato sanguíneo post esfuerzo, evidenciando la efectividad en la salida de este metabolito desde de los músculos activos al torrente sanguíneo. Por lo tanto, la suplementación aguda con BS podría ser considerada como una ayuda ergogénica por los pentatletas militares.

Aplicaciones prácticas

Para conseguir los efectos deseados en el rendimiento, en primera instancia se debe realizar la carga de carbohidratos previa recomendada²⁶, y evitar el consumo de suplementos deportivos. Esto último, con el propósito de minimizar molestias gastrointestinales o la interacción del BS con otras sustancias que pueden estar contenida en algunos suplementos. Es importante que los atletas posean un nivel de entrenamiento *ad-hoc* a la gran demanda metabólica y de estrés neuromuscular que genera esta prueba, esto asegurará que los atletas terminen la prueba y no abandonen la carrera en algún obstáculo. Como se mencionó en el protocolo, la ingesta del BS debe considerar una concentración de 0,3 g·Kg⁻¹ de masa corporal diluido en 500 mL de agua destilada⁷, esta dosis debe ser ingerida 30 minutos antes de iniciar el calentamiento, el que debe contener movilidad articular, trote y ejercicios que incrementen la intensidad del esfuerzo de manera progresiva.

Agradecimientos

Los autores agradecen al equipo de Pentatlón Militar de la Armada de Chile por participar de manera desinteresada en el presente estudio.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

- Ojeda AH. Evolución del Pentatlón Militar como disciplina de alto rendimiento. *Rev Mar*. 2016;5:56-9.
- Moschopoulos AI, Albanidis E, Anastasiou A, Antoniou P. Organised military sports of the hellenic armed forces for the period 1948–1968. *Int J Hist Sport*. 2015;32:351-66.
- Council International Military Sports. Military Penathlon Regulations. 2019. (consultado 08/07/2019). Disponible en: <http://www.milspport.one/sports/military-pentathlon>
- Lazăr I. Motility structure and dynamic specific efforts in obstacle course test. "Mircea cel Batran" *Nav Acad Sci Bull*. 2011;14:184-8.
- Allen DG, Lamb GD, Westerblad H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiol Rev*. 2008;88:287-332.
- Cameron SL, McLay-Cooke RT, Brown RC, Gray AR, Fairbairn KA. Increased blood pH but not performance with sodium bicarbonate supplementation in elite rugby union players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2010;20:307-21.
- Hood VL, Tannen RL. Protection of acid–base balance by pH regulation of acid production. *N Engl J Med*. 1998;339:819-26.
- Burke LM, Pyne DB. Bicarbonate loading to enhance training and competitive performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2007;2:93-7.
- McNaughton LR, Gough L, Deb S, Bentley D, Sparks SA. Recent Developments in the Use of Sodium Bicarbonate as an Ergogenic Aid. *Curr Sports Med Rep*. 2016;15:233-44.
- Lindh AM, Peyrebrune MC, Ingham SA, Bailey DM, Folland JP. Sodium bicarbonate improves swimming performance. *Int J Sports Med*. 2008;29:519-23.
- Siegler JC, Marshall PWM, Bishop D, Shaw G, Green S. Mechanistic insights into the efficacy of sodium bicarbonate supplementation to improve athletic performance. *Sport Med*. 2016;2:41.
- Carr AJ, Slater GJ, Gore CJ, Dawson B, Burke LM. Effect of sodium bicarbonate on [HCO₃⁻], pH, and gastrointestinal symptoms. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2011;21:189-94.
- Russell C, Papadopoulos E, Mezil Y, Wells GD, Pyley MJ, Greenway M, et al. Acute versus chronic supplementation of sodium citrate on 200 m performance in adolescent swimmers. *J Int Soc Sports Nutr*. 2014;11:26.
- Maliqueo SG, Ojeda AH, Barrilao RG, Serrano PC. Time to fatigue on lactate threshold and supplementation with sodium bicarbonate in middle-distance college athletes. *Arch Med Deporte*. 2018;35:16-22.
- George KP, MacLaren DPM. The effect of induced alkalosis and acidosis on endurance running at an intensity corresponding to 4 mM blood lactate. *Ergonomics*. 1988;31:1639-45.
- Brisola GMP, Miyagi WE, da Silva HS, Zagatto AM. Sodium bicarbonate supplementation improved MAOD but is not correlated with 200-and 400-m running performances: a double-blind, crossover, and placebo-controlled study. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;40:931-7.
- Joyce S, Minahan C, Anderson M, Osborne M. Acute and chronic loading of sodium bicarbonate in highly trained swimmers. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112:461-9.
- Miller P, Robinson AL, Sparks SA, Bridge CA, Bentley DJ, McNaughton LR. The effects of novel ingestion of sodium bicarbonate on repeated sprint ability. *J Strength Cond Res*. 2016;30:561-8.
- Hobson RM, Harris RC, Martin D, Smith P, Macklin B, Elliott-Sale KJ, et al. Effect of sodium bicarbonate supplementation on 2000-m rowing performance. *Int J Sports Physiol Perform*. 2014;9:139-44.
- Casey A, Hughes J, Izard RM, Greeves JP. Supplement use by UK-based British Army soldiers in training. *Br J Nutr*. 2014;112:1175-84.
- Armentano MJ, Brenner AK, Hedman TL, Solomon ZT, Chavez J, Kemper GB, et al. The effect and safety of short-term creatine supplementation on performance of push-ups. *Mil Med*. 2007;172:312-7.
- McClung JP, Karl JP, Cable SJ, Williams KW, Nindl BC, Young AJ, et al. Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of iron supplementation in female soldiers during military training: effects on iron status, physical performance, and mood. *Am J Clin Nutr*. 2009;90:124-31.
- Hoffman JR, Stout JR, Harris RC, Moran DS. β-Alanine supplementation and military performance. *Amino Acids*. 2015;47:2463-74.
- Zareyan P. Effect of sodium bicarbonate supplementation before exhaustive activity on physiological parameters of fatigue in conscripts: A study in Sanandaj, Iran. *Ann Mil Heal Sci Res*. 2015;13:62-6.
- Durnin J, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness : measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974;32:77-97.

26. Ojeda AH, Contreras-Montilla O, Maliqueo SG, Jorquera-Aguilera C, Fuentes-Kloss R, Barrilao RG. Efectos de la suplementación aguda con beta-alanina sobre una prueba de tiempo límite a velocidad aeróbica máxima en atletas de resistencia. *Nutr Hosp.* 2019;36:698-705.
27. Siegler JC, Midgley AW, Polman RCJ, Lever R. Effects of various sodium bicarbonate loading protocols on the time-dependent extracellular buffering profile. *J Strength Cond Res.* 2010;24:2551-7.
28. Van Montfoort MCE, Van Dieren L, Hopkins WG, Shearman JP. Effects of ingestion of bicarbonate, citrate, lactate, and chloride on sprint running. *Med Sci Sport Exerc.* 2004;36:1239-43.
29. Jones RL, Stellingwerff T, Artioli GG, Saunders B, Cooper S, Sale C. Dose-response of sodium bicarbonate ingestion highlights individuality in time course of blood analyte responses. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2016;26(5):445-53.
30. Saunders B, Sale C, Harris RC, Sunderland C. Sodium bicarbonate and high-intensity-cycling capacity: variability in responses. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9:627-32.
31. Billat LV. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. *Sport Med.* 1996;22:157-75.
32. Farber HW, Schaefer EJ, Franey R, Grimaldi R, Hill NS. The endurance triathlon: metabolic changes after each event and during recovery. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23:959-65.
33. Junior AHL, de Salles Painelli V, Saunders B, Artioli GG. Nutritional strategies to modulate intracellular and extracellular buffering capacity during high-intensity exercise. *Sport Med.* 2015;45:71-81.
34. Galloway SDR, Maughan RJ. The effects of induced alkalosis on the metabolic response to prolonged exercise in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1996;74:384-9.
35. Wang J, Qiu J, Yi L, Hou Z, Benardot D, Cao W. Effect of sodium bicarbonate ingestion during 6 weeks of HIIT on anaerobic performance of college students. *J Int Soc Sports Nutr.* 2019;16(1):18.
36. Siegler JC, Gleadall-Siddall DO. Sodium bicarbonate ingestion and repeated swim sprint performance. *J Strength Cond Res.* 2010;24:3105-11.
37. Sparks A, Williams E, Robinson A, Miller P, Bentley DJ, Bridge C, *et al.* Sodium bicarbonate ingestion and individual variability in time-to-peak pH. *Res Sport Med.* 2017;25:58-66.
38. Gough LA, Deb SK, Sparks AS, McNaughton LR. The reproducibility of blood acid base responses in male collegiate athletes following individualised doses of sodium bicarbonate: a randomised controlled crossover study. *Sport Med.* 2017;47:2117-27.
39. Freis T, Hecksteden A, Such U, Meyer T. Effect of sodium bicarbonate on prolonged running performance: A randomized, double-blind, cross-over study. *PLoS One.* 2017;12:e0182158.
40. Delestrat A, Mackessy S, Arceo-Rendon L, Scanlan A, Ramsbottom R, Calleja-Gonzalez J. Effects of three-day serial sodium bicarbonate loading on performance and physiological parameters during a simulated basketball test in female university players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018;28:547-52.

High-intensity training effects on top-level soccer referees' repeated sprint ability and cardiovascular performance

Daniel Castillo Alvira¹, Jesús Cámara Tobalina², Carlo Castagna³, Jose Antonio Casajús⁴, Javier Yanci Irigoyen²

¹Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Isabel I, Burgos. ²Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz. ³Team-Sports Department, Faculty of Medicine and Surgery, School of Sport and Exercise Sciences, University of Rome Tor Vergata, Rome, Italy. ⁴Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte, Universidad de Zaragoza, Huesca.

Recibido: 02/08/2019
Aceptado: 19/12/2019

Summary

Given that the interest for effective and sustainable training methods to develop soccer refereeing performance, the aim of this study was to analyze the effects of a 10 weeks high-intensity training (HIT) program on repeated sprint ability (RSA) and aerobic capacity in top-level soccer referees. Sixteen referees were randomly allocated in a HIT program, (EG, n = 8) and a control group (CG, n = 8). All referees were eligible to officiate in the professional Spanish *La Liga* championships (first and second soccer division) or were involved in the talent identification program for promotion to professional level. The training program was carried out during the 10 weeks and referees performed the RSA test and a laboratory incremental treadmill test for maximal oxygen consumption (VO_{2max}) and ventilatory threshold (VT) assessment both pre and post training intervention. EG improved the RSA performance considered as sprint decrement index over 15 m (Sdec 15 m) and 30 m (Sdec 30 m), and fatigue index over 15 m (Change 15 m) and 30 m (Change 30 m) (ES = -0.52; ± 0.31 CL / -0.86; ± 0.49 CL; Very Likely small to Very Likely moderate effect after the 10 weeks). In addition, EG decreased the absolute oxygen consumption at ventilatory threshold (VO_{2VT}) (ES = -0.51; ± 0.60 CL; Likely small). No changes were found in CG performance for in Sdec 15 m, Sdec 30 m, Change 15 m, and Change 30 m (ES = 0.06; ± 0.14 CL / 0.78; 1.19CL; Unclear to Likely trivial) or in aerobic performance variables. The results of this study suggest HIT as an effective training intervention to reduce fatigue in RSA and to maintain aerobic capacity on top-level soccer referees.

Key words:

Association football. Match officials. Intermittent exercise. Oxygen uptake. Physical performance.

Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la habilidad de repetir sprints y el rendimiento cardiovascular en árbitros de fútbol de alto nivel

Resumen

Considerando el interés acerca de los métodos de entrenamiento más efectivos para optimizar el rendimiento físico del árbitro de fútbol, el objetivo de este estudio fue analizar los efectos de un programa de entrenamiento de alta intensidad (HIT) de 10 semanas de duración sobre la habilidad de repetir sprints (RSA) y sobre el rendimiento cardiovascular en árbitros de fútbol de alto nivel. Dieciséis árbitros distribuidos en un grupo experimental (EG) que llevó a cabo un programa HIT (EG, n = 8) y un grupo control (CG, n = 8) participaron en este estudio. Todos los árbitros podían ser elegidos para officiar a nivel profesional en *La Liga* (Primera o Segunda División) o pertenecían al programa de talentos de árbitros para promocionar al ámbito profesional. El programa de entrenamiento fue realizado durante 10 semanas y los árbitros fueron evaluados del rendimiento en RSA y de un test incremental de laboratorio donde se obtuvo el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) y los umbrales ventilatorios (VT) antes y después del programa de intervención. El EG mejoró el rendimiento RSA considerado como el índice de pérdida en el sprint en 15 m (Sdec 15 m) y en 30 m (Sdec 30 m), y el índice de fatiga en 15 m (Change 15 m) y en 30 m (Change 30 m) (ES = -0,52; $\pm 0,31$ CL / -0,86; $\pm 0,49$ CL; Muy Probable pequeño a Muy Probable moderado). No se encontraron cambios en el rendimiento del grupo control para las variables Sdec 15 m, Sdec 30 m, Change 15 m, and Change 30 m (ES = 0,06; $\pm 0,14$ CL / 0,78; 1,19 CL; *Unclear to Likely trivial*) ni para el rendimiento cardiovascular tras las 10 semanas de intervención. Los resultados de este estudio sugieren el HIT como una estrategia de entrenamiento efectiva para reducir la fatiga en el RSA y para mantener un óptimo nivel aeróbico en árbitros de alto nivel.

Palabras clave:

Fútbol. Colegiados. Ejercicio intermitente. Consumo de oxígeno. Rendimiento físico.

Correspondencia: Daniel Castillo Alvira
E-mail: danicasti5@gmail.com

Introduction

Soccer refereeing was considered as an intermittent high-intensity activity with elite field referees (FRs) exercising at 85-90% of the individual maximal heart-rate (HR_{max})¹ and taxing 70-80% of their maximal oxygen up-take². During a competitive match elite-level soccer FRs were reported to cover 10-12 km performing approximately 40 sprints (1539 ± 115 m) at a speed above 18 km·h⁻¹(3). Interestingly more than 70 high-intensity accelerations (> 1.5 m·s⁻²) interspersed with less 20 s of recovery were reported in continental cup matches⁴ and around the 60% of total accelerations were at high intensity (> 1.5 m·s⁻²)⁵. Considering arbitrary running speed thresholds, FRs were reported to cover almost 25% of the total match distance with short high-intensity actions^{3,5}. Given the nature of the internal and external load experienced by elite level FRs during competitive matches high-intensity training (HIT) was proposed to improve aerobic fitness and their ability to perform short sprints with limited recovery time⁶.

Despite the interest of HIT on FRs fitness development, only few training studies addressing this interesting issue are available in the international literature^{7,8}. Furthermore, they were performed with uncontrolled research design and with variable training protocols performed at exercise intensity in the range of 85-95% of FRs HR_{max}. However, the provided results were encouraging showing positive effect on intermittent high-intensity aerobic performance (i.e., Yo-Yo Intermittent Recovery Test level 1) and match high-intensity, suggesting the interest of high-intensity interval running in soccer refereeing² in order to allow players enhancing better repeated sprint ability (RSA) and aerobic performances.

Although soccer refereeing implies the necessity to perform high-intensity and short actions and a greater cardiovascular capacity to be better positioned throughout the match-play^{1,5}, unfortunately the mentioned studies did not report the effect of HIT on the RSA considered as relevant physiological ability in FRs and in aerobic fitness key variables⁹. Furthermore, the reported HIT interventions did not consider a control group^{7,8}. With the aim to enforce the rule of the game and regulate players' behavior the FRs must keep up with the game whatever the tempo is^{7,8}. Match experience and appropriate physical fitness are prerequisite for refereeing at elite level in soccer^{7,8}. Given that the interest for effective and sustainable training methods to develop soccer refereeing performance relevant variables are warranted. This with the aim to prepare FRs to cope with game physical demands to attain optimal positioning when making key decisions¹.

Therefore, the aim of this study was to examine the effects of a short-term high-intensity training program (i.e. 10 weeks, HIT) on aerobic-fitness and RSA in top-level soccer FRs. As work hypothesis was assumed the effectiveness of HIT in enhancing either RSA and aerobic-fitness variables of top-level FRs.

Material and method

Participants

Eighteen Spanish soccer referees (age: 28.8 ± 5.1 years; height: 179 ± 7 cm; body mass: 73.2 ± 6.6 kg; body mass index (BMI): 22.82 ±

1.38 kg·m⁻²) volunteered to participate in this study. All referees were eligible to officiate in the professional Spanish *La Liga* championships (first and second soccer division) or were involved in the talent identification program for promotion to professional level. During the 10 weeks training program two referees abandoned the study due to they were involved in international tournaments and, consequently, they did not carry out this training protocol and/or the second testing session. Participants were randomly allocated in either the training experimental group (EG, n = 8, age: 28.8 ± 5.3 years; height: 176 ± 7 cm; body mass: 68.9 ± 4.9 kg; BMI: 22.12 ± 1.23 kg·m⁻²) or control group (CG, n = 8, age: 28.9 ± 5.2 years; height: 182 ± 5 cm; body mass: 77.6 ± 5.0 kg; BMI: 23.52 ± 1.22 kg·m⁻²). Each referee had at least 10 years of refereeing experience, trained 3 to 4 times a week and officiated 3 to 4 matches each month during the competitive season. During the study course, all referees were instructed to maintain their usual diet and water intake. Participants were informed of the procedures, methods, benefits, and possible risks involved in the study before giving their written consent. All the FRs were familiar with the procedures considered in this study as they were part of their follow-up measures. The study was conducted according to the Declaration of Helsinki (2013) protocol and was fully approved by the University Ethics Committee (CEISH/261/2014), before the commencement of the assessments and met the ethical standards in Sport and Exercise Science Research¹⁰.

Procedures

This study was carried out during the last 10 weeks of the 2016-2017 (April to June) competitive season. The assessments were carried out pre and post training intervention (T1 and T2, respectively) under similar conditions (temperature: 20-22 °C; relative humidity: 65-75%; barometric pressure: 720-725 mmHg) and at the same time of the day (09:00-15:00). All testing procedures were preceded by 48 h during which FRs refrained from physical exercise and consumed a diet consisting in 55% carbohydrate, 25% fat, and 20% protein derived calories. Prior to testing participants performed a general standardized warm-up based on continuous running (3 min), 6 min of progressive-speed sprints preceding 2 min of static stretching. The testing procedures order consisted in the RSA test followed by a laboratory incremental treadmill test for maximal oxygen consumption (VO_{2max}) and ventilatory threshold (VT) assessment. According to Weston *et al.*¹¹ the RSA test consisted in 6 x 30 m sprint with 25 s recovery that was a modified version of the FIFA fitness test at the time of the study used for selecting international level FRs. For consistency the RSA test was performed on an indoor artificial pitch in all the testing occasions. The FRs aerobic-fitness was assessed considering VO_{2max} and VT as they were reported to be associated with physical match-performance in elite-level soccer referees¹². After T1 the EG was submitted to a 10 weeks HIT protocol performed each Tuesday and Thursday (~60 min each session). The CG during the study period performed on the same occasion unstructured training consisting on endurance training (i.e., extensive running). Training and match internal training load (i.e. TL) were assessed in either group using the differentiated session rate of perceived exertion method (dRPE-based TL)¹³ across the study duration.

Repeated Sprint Ability (RSA)

The RSA test consisted in 6 maximum sprints of 30 m with 25 s of active recovery between them. The sprint time was measured using three photoelectric cells (Microgate™ Polifemo Radio Light, Bolzano, Italy) set at 0,15 and 30 m. As indicators of RSA performance the sum of sprint times (i.e., total time, TT) to cover the 6 x 15-m (TT15m) and 6 x 30-m (TT30m) were considered¹⁴. Sprint performance decrement was considered according to Spencer *et al.*¹⁵ as percentage of ideal time (i.e., best sprint performance) and TT ratio for the 6 x 15-m and 6 x 30-m condition (i.e., Sdec15m and Sdec30m, respectively) and as change in first and last sprint performance (over 15 and 30-m) using the following equation¹⁴: $Change = ((RSA\ last - RSA\ first) / (RSA\ first)) \times 100$. The validity and reliability of RSA test was reported in football referees¹⁶.

Aerobic test

Aerobic fitness was assessed using a progressive incremental protocol to exhaustion on a monitored treadmill (ERGelek™ EG2, Vitoria, Spain) according to the procedures used by Casajus *et al.*¹⁷ in elite level FRs. Attainment of VO_{2max} was considered when at least two of the following criteria were satisfied: (a) plateau in VO_2 despite an increase in exercise intensity; (b) HR greater than 90% of the age-predicted maximal value (220-age); (c) a respiratory exchange ratio (RER) greater than 1.15¹⁷. The exercise HR was recorded every 1 s using short-term telemetry (Polar™ Electro Oy, Kempele, Finland) with peak treadmill test values considered as HRmax. Collected data were downloaded in a computer and processed using the Polar Precision 2.0 software (Polar™, Kempele, Finland). Gas exchange measurements were performed using breath-by-breath technology during the test and for 3 min after exercise exhaustion (Medisoft™ Ergocard, Medisoft Group, Sorinnes, Belgium). The FRs aerobic-fitness variables (i.e., velocity, HR, $VO_{2absolute}$, $VO_{2relative}$) and RPE¹⁸ was assessed considering at VT and at exhaustion.

Differentiated Ratings of Perceived Exertion (dRPE)

Either the EG and CG were supervised by an accredited fitness trainer during all the training period and regularly officiated in championship matches. During the intervention period the CG had freedom in their physical training. The TL was assessed using the 0-10 point scale according to the procedures suggested by Foster *et al.*¹⁹ with RPE recalled by each referee 10 min after the end of each training session and match. With the aim to obtain more detailed information regarding the nature of effort perception a differential approach was considered in this study according to Castillo *et al.*¹. Indeed during each occasion (i.e., training session or match) the FRs had to provide differentiated RPE (dRPE) for respiratory (RPE_{res}) and leg muscle (RPE_{mus}) exertion perception²⁰. In accordance to Foster *et al.*¹⁹ to estimate the RPE-derived TL, the RPE_{res} and RPE_{mus} values were multiplied by the total duration of the training or match (min). Referees were fully familiarized with the 0-10 point scale before the data collection since measurements were part of the used strategies to assess TL during the precedent competitive seasons.

Periodization of training

The post-match training day (MD+1) consisted in a recovery low-intensity session. Similarly the pre-competition day (MD-1) consisted in a low-volume training session. The EG performed each Tuesday (i.e., 48 h post-match) of the 10 weeks intervention HIT training (HIT-1) (Table 1). During each Thursday (HIT-2) of the first 5 weeks of HIT the EG performed according to Weston *et al.*⁸ two series, interspersed by 5 min active recovery, of what follows:

- 30 s at 90% HR_{max} followed by 30 s of active recovery
- 60 s at 90% HR_{max} followed by 60 s of active recovery
- 90 s at 90% HR_{max} followed by 90 s of active recovery
- 120 s at 90% HR_{max} followed by 120 s of active recovery

Table 1. Results in pretest (T1) and posttest (T2) in the repeated sprint ability (RSA) test in the experimental (EG) and the control group (GC).

	EG (n = 8)				CG (n = 8)				Paralell Groups ES (mean; ± CL); MBI; Rating
	T1	T2	ES (mean; ±90%CL)	Δ% (% mean ± SD); MBI; Rating	T1	T2	ES (mean; ±90%CL)	Δ% (% mean ± SD); MBI; Rating	
TT15m (s)	15.25 ± 0.68	15.36 ± 0.52	0.15; ±0.56	0.7 ± 2.7; Unclear; 43/44/14	15.27 ± 0.40	15.21 ± 0.37	-0.13; ±0.29	-0.4 ± 0.9; Possibly Trivial; 3/64/33	0.26; ±0.92; Unclear; 57/32/11
TT30m (s)	26.42 ± 1.06	26.74 ± 1.15	0.24; ±0.28	1.2 ± 1.4; Possibly small; 61/38/1	26.77 ± 0.53	26.86 ± 0.51	0.14; ±0.57	0.3 ± 1.3; Unclear; 42/44/14	0.24; ±0.48; Unclear; 56/38/6
Sdec15m (%)	2.79 ± 1.10	2.52 ± 0.96	-0.21; ±0.91	-8.3 ± 49.7; Unclear; 20/29/51	1.72 ± 0.73	2.48 ± 0.90	0.78; ±1.19	44.2 ± 97.5; Unclear; 81/11/8	-0.82; ±1.18; Unclear; 7/11/82
Sdec30m (%)	3.59 ± 1.13	2.83 ± 0.87	-0.63; ±0.67	-21.0 ± 24.2; Likely Moderate; 3/10/87	3.07 ± 2.03	3.84 ± 2.21	0.31; ±0.47	35.5 ± 53.8; Possibly Small; 67/29/4	-0.81; ±0.70; Likely Moderate; 1/6/93
Change15m (%)	4.87 ± 2.68	2.30 ± 2.65	-0.86; ±0.49	-62.6 ± 72.5; Very Likely Moderate; 0/2/98	2.57 ± 1.93	2.78 ± 2.39	0.08; ±0.81	2.8 ± 160.4; Unclear; 39/35/26	-1.07; ±0.82; Very Likely Moderate; 1/3/96
Change30m (%)	6.80 ± 4.12	4.37 ± 3.74	-0.52; ±0.31	-42.7 ± 47.7; Very Likely Small; 0/4/96	5.90 ± 5.34	6.21 ± 5.92	0.05; ±0.14	0.6 ± 19.3; Likely Trivial; 4/95/1	-0.51; ±0.29; Very Likely Small; 0/4/96

Δ%: percentage of change between T2 and T1; ES: effect size; TT15m: total time over 15 m; TT30m: total time over 30 m; Sdec15m: sprint decrement index over 15 m; Sdec30m: sprint decrement index over 30 m; Change15m: change in the fatigue index over 15 m; Change30m: change in the fatigue index over 30 m; ES: effect size; SD: standard deviation; CL: confidence limits; MBI: magnitude based inferences.

- 90 s at 90% HR_{max} followed by 90 s of active recovery
- 60 s at 90% HR_{max} followed by 60 s of active recovery
- 30 s at 90% HR_{max} followed by 30 s of active recovery

During the remaining 5 weeks Thursdays the EG performed twice during each training session the following interval training protocol⁸:

- 30 s at 90% HR_{max} followed by 30 s of active recovery
 - 45 s at 90% HR_{max} followed by 45 s of active recovery
 - 60 s at 90% HR_{max} followed by 60 s of active recovery
 - 75 s at 90% HR_{max} followed by 75 s of active recovery
- Repeated twice, followed by 5 min active recovery before set 2:
- 75 s at 90% HR_{max} followed by 75 s of active recovery
 - 60 s at 90% HR_{max} followed by 60 s of active recovery
 - 45 s at 90% HR_{max} followed by 45 s of active recovery
 - 30 s at 90% HR_{max} followed by 30 s of active recovery

Statistical analysis

Results are presented as means ± standard deviations (SD). We opted to use effect sizes (ES), with the uncertainty of the estimates shown as 90% confidence intervals (CI), to quantify the magnitude of the difference between T1 and T2 performance measures in both EG and CG separately²². We used the parallel groups controlled trial with adjustment for a predictor to analyze T1-T2 performance differences between EG and CG. ESs were classified as trivial (<0.2), small (0.2 to 0.6), moderate (0.6 to 1.2), large (1.2 to 2.0), very large (2.0 to 4.0) and extremely large (>4.0)²². These changes were then qualified via probabilistic terms and assigned using the following scale: 25–75%, possibly; 75–95%, likely; 95–99.5%, very likely; >99.5%, most likely²². Inference was classified as unclear if the 90% confidence limits (CLs) overlapped the thresholds for the smallest worthwhile positive and negative effects²². Mean differences, confidence intervals, effect sizes and magnitude-based inferences (MBI) were calculated using a custom-made spreadsheet²³.

Results

The session respiratory perceived exertion training load (sRPE_{res} TL) and the session muscular perceived exertion training load (sRPE_{mus} TL) are reported in Figures 1 and 2, respectively. No between groups significant differences (sRPE_{res} TL: ES = -1.32 ± 1.83 / 0.26 ± 0.72, unclear; sRPE_{mus} TL: ES = -1.45 ± 2.55 / 0.26 ± 0.72, unclear) were reported between EG and CG for the dRPE TL values.

Very Likely small to moderate differences between groups were detected for Sdec30m, Change15m and Change30m. The EG post-intervention performance in Sdec30m, Change15m and Change30m improved ($\Delta\%$ = -21.0 ± 24.2 / -62.6 ± 72.5, ES = -0.52; ±0.31CL / -0.86; ±0.49CL; Very Likely small to Very Likely moderate). On the other side, in the CG performance no improvements were observed in Sdec15m, Sdec30m, Change15m and Change30m ($\Delta\%$ = 0.6 ± 19.3 / 44.2 ± 97.5, ES = 0.06; ±0.14CL / 0.78; 1.19CL; Unclear to Likely trivial) (Table 1).

The individual $\Delta\%$ (T1 to T2) after 10 weeks in Sdec30m (Figure 3A, ES = 1.32; ± 1.13CL; MBI = 95/3/2), in Change30m (Figure 3B, ES = 1.32; ± 0.76CL; MBI = 99/1/0) and in Change15m (Figure 3C, ES = 1.31; ± 0.99CL; MBI = 96/3/1) was better in EG than in CG.

Figure 1. Respiratory perceived exertion training load (sRPE_{res} TL) results during each week of experimental group (EG) and control group (CG).

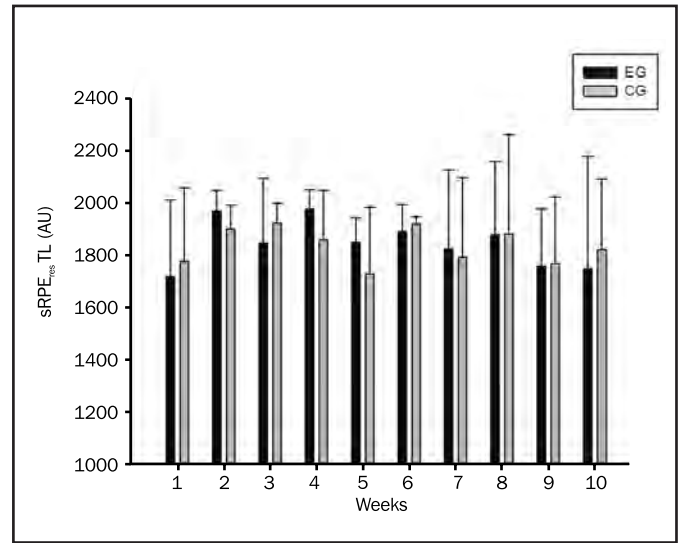
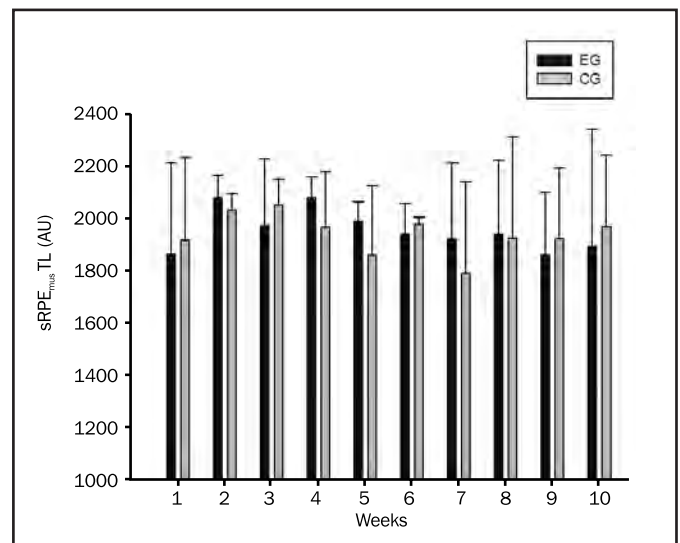


Figure 2. Leg muscle perceived exertion training load (sRPE_{mus} TL) during each week of experimental group (EG) and control group (CG).



Despite in both groups cardiovascular variables at maximal intensities (i.e. Vel_{max}, HR_{max}, VO_{2max} absolute, VO_{2max} relative and RPE_{max}) have not improved in T2 in comparison to T1, at submaximal intensities (VT) CG worsened the performance in velocity at VT (Vel_{VT}) ($\Delta\%$ = -0.8 ± 1.1, ES = -0.28; ±0.43CL; Possibly small). However the performance in Vel_{VT} ($\Delta\%$ = -1.1 ± 4.6, ES = 0.16; ±0.55CL; Unclear) in EG did not change significantly. Besides, EG decreased the VO_{2VT} absolute ($\Delta\%$ = -6.3 ± 7.9, ES = -0.51; ±0.60CL; Likely small). Unclear differences between groups were detected for the maximal values of aerobic-fitness variables considered. The individual $\Delta\%$ (T1 to T2) after 10 weeks in the cardiovascular variables were unclear in all cases (ES = -0.79; ± 1.65CL / 0.34; 1.91CL) (Table 2).

Figure 3. Differences between experimental (EG) and control group (CG) in the individual percentage changes ($\Delta\%$) after 10 weeks training (pretest: T1 to posttest: T2) on Sdec30m (Figure 3A), Change30m (Figure 3B) and Change15m (Figure 3C) on the repeated sprint ability (RSA) test. ES: effect size.

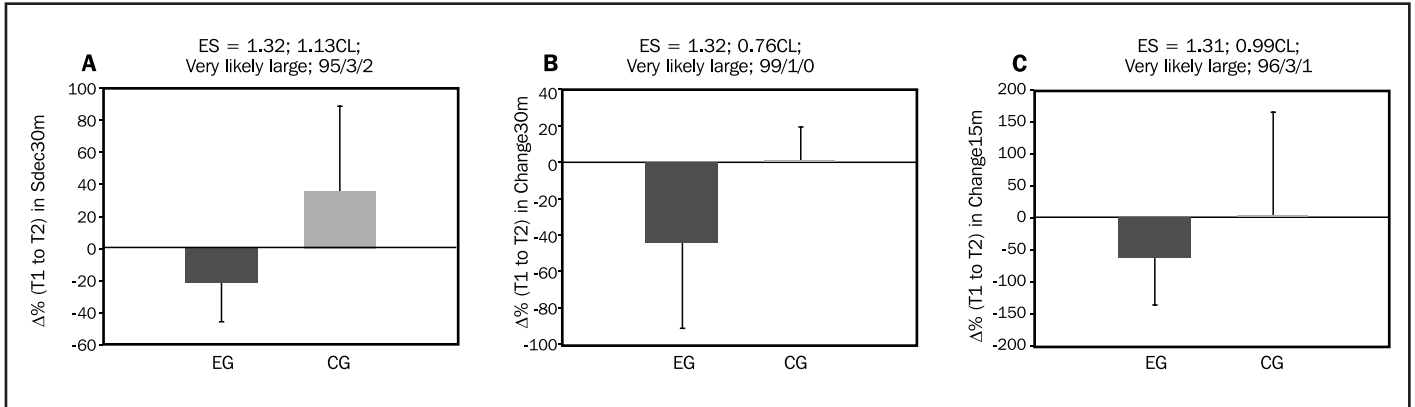


Table 2. Results in pretest (T1) and posttest (T2) in the endurance capacity in the experimental (EG) and the control group (GC).

	EG (n = 8)				CG (n = 8)				Paralell Groups ES (mean; \pm CL); MBI; Rating
	T1	T2	ES (mean; \pm 90%CL)	$\Delta\%$ (% mean \pm SD); MBI; Rating	T1	T2	ES (mean; \pm 90%CL)	$\Delta\%$ (% mean \pm SD); MBI; Rating	
Ventilatory threshold (VT)									
Vel _{VT} (Km.h ⁻¹)	15.80 \pm 0.93	15.99 \pm 0.11	0.16; \pm 0.55	1.1 \pm 4.6; Unclear; 44/43/13	15.55 \pm 0.26	15.43 \pm 0.42	-0.28; \pm 0.43	-0.8 \pm 1.1; Possibly Small; 4/32/64	0.39; \pm 0.89; Unclear; 66/22/12
HR _{VT} (bpm)	175.83 \pm 8.89	175.00 \pm 8.29	-0.08; \pm 0.50	-0.5 \pm 2.9; Unclear; 16/52/33	175.17 \pm 9.43	172.00 \pm 6.69	-0.33; \pm 0.63	-1.8 \pm 3.6; Unclear; 8/27/65	0.22; \pm 0.70; Unclear; 53/33/15
VO _{2VT} absolute (l \cdot min ⁻¹)	3.76 \pm 0.33	3.54 \pm 0.42	-0.51; \pm 0.60	-6.3 \pm 7.9; Likely Small; 3/14/83	4.33 \pm 0.16	4.13 \pm 0.49	-0.46; \pm 0.82	-5.1 \pm 10.1; Unclear; 8/19/72	-0.06; \pm 0.89; Unclear; 30/31/39
VO _{2VT} relative (ml \cdot min ⁻¹ \cdot kg ⁻¹)	53.00 \pm 4.15	51.67 \pm 3.72	-0.28; \pm 0.75	-2.5 \pm 7.0; Unclear; 13/29/50	55.50 \pm 2.59	53.00 \pm 6.44	-0.43; \pm 0.73	-5.1 \pm 9.5; Unclear; 7/21/72	0.28; \pm 1.20; Unclear; 55/21/24
RPE _{VT} (AU)	7.33 \pm 0.52	6.83 \pm 1.47	-0.38; \pm 0.87	-8.9 \pm 22.2; Unclear; 12/23/66	6.67 \pm 1.03	6.00 \pm 0.89	-0.58; \pm 0.37	-10.0 \pm 7.2; Very Likely Small; 0/4/96	0.16; \pm 1.15; Unclear; 48/24/28
Maximal values (max)									
Vel _{max}	18.50 \pm 1.38	18.92 \pm 0.66	0.32; \pm 0.59	2.4 \pm 4.2; Unclear; 66/28/7	18.47 \pm 0.73	18.37 \pm 0.50	-0.14; \pm 0.85	-0.5 \pm 3.4; Unclear; 23/33/44	0.41; \pm 0.72; Unclear; 70/22/8
HR _{max}	186.33 \pm 9.27	185.50 \pm 8.71	-0.08; \pm 0.34	-0.4 \pm 1.9; Unclear; 8/67/25	188.33 \pm 6.12	188.00 \pm 3.90	-0.05; \pm 0.79	-0.2 \pm 2.6; Unclear; 27/36/36	-0.06; \pm 0.61; Unclear; 23/43/34
VO _{2max} absolute (l \cdot min ⁻¹)	4.02 \pm 0.33	4.01 \pm 0.35	-0.01; \pm 0.48	-0.2 \pm 5.4; Unclear; 21/56/23	4.78 \pm 0.37	4.55 \pm 0.49	-0.44; \pm 0.86	-5.0 \pm 10.9; Unclear; 10/20/70	0.36; \pm 0.75; Unclear; 65/5/10
VO _{2max} relative (ml \cdot min ⁻¹ \cdot kg ⁻¹)	58.67 \pm 5.35	59.00 \pm 3.41	0.06; \pm 0.45	0.8 \pm 4.2; Unclear; 28/57/15	60.33 \pm 3.93	58.50 \pm 6.83	-0.28; \pm 0.98	-3.4 \pm 12.2; Unclear; 19/25/56	0.40; \pm 1.24; Unclear; 62/19/19
RPE _{max} (AU)	10.00 \pm 1.00	9.91 \pm 0.20	-0.49; \pm 0.98	-0.9 \pm 1.7; Unclear; 11/18/71	9.50 \pm 0.45	9.50 \pm 0.55	0.00; \pm 0.76	0.0 \pm 4.9; Unclear; 31/38/31	-0.18; \pm 0.98; Unclear; 24/28/48

Δ Change (%): percentage of change between T2 and T1; Vel_{VT}: velocity at ventilatory threshold; HR_{VT}: heart rate at ventilatory threshold; VO_{2VT} absolute: absolute oxygen consumption; VO_{2VT} relative: relative oxygen consumption; RPE_{VT}: rating of perceived exertion at ventilatory threshold; Vel_{max}: maximum velocity; HR_{max}: maximum heart rate; RPE_{max}: maximum rating of perceived exertion; VO_{2max} absolute: maximum absolute oxygen consumption; VO_{2max} relative: maximum relative oxygen consumption; maximum rating of perceived exertion. ES: effect size; SD: standard deviation; CL: confidence limits; MBI: magnitude based inferences.

Discussion

This is the first study that examined the effect of a periodized controlled HIT training intervention on top-class FRs, on aerobic fitness and RSA variables. The main findings of this 10 weeks HIT intervention were a practical and significant improvement in RSA performance with a parallel maintenance of submaximal aerobic fitness variables (i.e., VT variables).

Top-level soccer refereeing is a physical demanding activity involving a high number of total sprints ($>18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) and high-intensity accelerations ($>1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) during match-play³⁵. Furthermore the 37% of the distance covered by accelerations are performed by repeated accelerations sequences, defined as a minimum of three consecutive bouts (accelerations $> 1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$) during a 45 s time period. Given the logical validity of RSA, effective and sustainable training methods are of practical interest. In the present study, we have demonstrated that 10 weeks of HIT program improved RSA performance (Table 3). Indeed, FRs reported a decrement of cumulative fatigue as shown by significant changes in Sdec30m ($\Delta\% = -21.0 \pm 24.2$), Change15m ($\Delta\% = -62.6 \pm 72.5$) and Change30m ($\Delta\% = -42.7 \pm 47.7$) values. These results come along with those obtained by Arazi *et al.*²⁴ who demonstrated that the HIT was effective in inducing meaningful improvements in fatigue index in female soccer players. Moreover, it has been observed that a 17-day microcycle (i.e., 13 HIT sessions) in addition to regular training significantly improved the RSA performance in elite tennis players²⁵. Furthermore, 2 weeks of HIT training enhanced RSA performance variables in soccer players²⁶. Given this study results, the HIT might be considered a promising way to promote large improvements in RSA variables in soccer referees.

Despite many studies have shown that the HIT is an effective training strategy to enhance the aerobic capacity without affecting negatively strength, power, or sprint performance on soccer players²⁷⁻³⁴, only a few have been focused on soccer referees^{7,8}. In our study, no improvements were reported in maximal aerobic-fitness variables in the EG. Indeed, HIT resulted in a substantial maintenance of Vel_{VT} . It could be speculated that the considered HIT program, might have ameliorated the running economy of the referees at submaximal intensities promoting the reported improvements.

Krustrup *et al.*⁷ using a HIT protocol similar to this study observed a 7% increase in treadmill time to exhaustion in top-level Danish FRs. However similarly to this study no significant changes in $\text{VO}_{2\text{max}}$ were reported. These results are different from those implemented in soccer players during the in-season and the pre-season phases of the training period. Indeed, Sperlich *et al.*³⁰ observed an improvement of the $\text{VO}_{2\text{max}}$ of a 7% after 5 weeks period in soccer players. Similar results (i.e., 8-9%) were reported using 8 weeks HIT training by Helgerud *et al.*³⁵ and Impeglizzeri *et al.*³⁶ in junior male soccer players during the competitive-season and the pre-season, respectively. In addition, improvements of 7-21% were reported in other endurance test (i.e., Yo-Yo intermittent recovery 1, 30-15 intermittent field test) in soccer players^{27,32,33}. Interestingly, Ferrari Bravo *et al.*³⁷ provided evidence of specific effects of HIT and sprint intermittent training (SIT) on aerobic fitness and RSA performance in male soccer players. With SIT improving either aerobic fitness and performance in addition to RSA scores compared to HIT.

In our study, despite EG did not improve the $\text{VO}_{2\text{max}}$, it was observed a decrement in the CG, so 10 weeks of a HIT program might help not to worsen the aerobic fitness of match officials. To our knowledge most of studies have found improvements at maximal intensities (i.e., Vel_{max} , $\text{VO}_{2\text{max}}$) and in intermittent endurance tests, however, in our study we demonstrated that HIT program was more effective at submaximal intensities in soccer referees. Therefore, HIT program seems to be more effective than a regular training program based on extensive running activities in order to ameliorate the running economy of the referees at submaximal intensities. This could be considered as a relevant issue as the physical performance of the elite soccer referees should be economized in order to keep up the game tempo⁹. Trainers of soccer referees should consider the inclusion of HIT sessions during the in-season period.

In our study there are some limitations which must be acknowledged. Given that this study was conducted with top-level soccer referees, it makes very difficult to have a large sample of participants. Moreover, due to the time constraint of these soccer referees, both RSA and aerobic laboratory test (pre and post occasions) were performed on the same day, but 25-30 min were taken as a rest between each other. Another limitation is the lack of objective measuring method such as global

Table 3. Periodization of the training week in experimental (EG) and control (CG) group during the intervention period.

Groups	MD+1	Tuesday	Thursday	MD-1
EG	30 min running at 65% HR_{max}	HIT-1 4 series of 4 min performing 15 s running bouts at 120% of maximal aerobic speed (MAS) interspersed by 15 s of passive recovery (21) and 3 min of jogging at 70% of HR_{max}	HIT-2 5 weeks: interval training protocol of Weston <i>et al.</i> ⁸ 5 weeks: interval training protocol of Weston <i>et al.</i> ⁸	Progressive sprint-bouts (10-50 m) performed at 90% of the individual maximal
CG	30 min running at 65% HR_{max}	Unstructured training of endurance training	Unstructured training characterized by extensive running	Progressive sprint-bouts (10-50 m) performed at 90% of the individual maximal

MD: match-day.

positioning system measurements to measure the training and match load, however, we were able to quantify using dRPE.

Conclusions

In conclusion, the present study showed that 10 weeks of HIT, performed two times per week during the in-season period, was effective to reduce the fatigue in RSA and help not to worsen the aerobic fitness and to improve the performance at submaximal intensities on soccer referees. Therefore, HIT is a promising training strategy to improve the physical conditioning of top-level soccer referees.

The main finding of this study suggests a relevant practical application for physical trainers of soccer referees, that is, to implement HIT training programs to improve the physical fitness of top-level soccer referees.

Acknowledgements

The authors would like to thank the participants for their collaboration in this research project.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Bibliography

- 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.
- Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Med.* 2007;37:625–46.
- Barbero-Alvarez JC, Boulosa DA, Nakamura FY, Andrin G, Castagna C. Physical and physiological demands of field and assistant soccer referees during America's Cup. *J Strength Cond Res.* 2012;26:1383–8.
- Barbero-Alvarez JC, Boulosa D, Nakamura FY, Andrin G, Weston M, Barbero-Alvarez JC, et al. Repeated acceleration ability (RAA): A new concept with reference to top-level field and assistant soccer referees. *Asian J Sports Med.* 2014;5:63–6.
- Castillo D, Castagna C, Cámara J, Iturricastillo A, Yanci J. Influence of team's rank on soccer referees' external and internal match loads during official matches. *J Strength Cond Res.* 2018;32:1715–22.
- Weston M. Match performances of soccer referees: the role of sports science. *Mov Sport Sci.* 2015;117:113–7.
- Krustrup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci.* 2001; 19:881–91.
- Weston M, Helsen W, MacMahon C, Kirkendall D. The impact of specific high-intensity training sessions on football referees' fitness levels. *Am J Sports Med.* 2004;32:545–61s.
- Weston M, Castagna C, Impellizzeri FM, Bizzini M, Williams AM, Gregson W. Science and medicine applied to soccer refereeing an update. *Sports Med.* 2012;42:615–31.
- Harriss D, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2016 update. *Int J Sports Med.* 2015;36:1121–4.
- Weston M, Castagna C, Helsen W, Impellizzeri F. Relationships among field-test measures and physical match performance in elite-standard soccer referees. *J Sports Sci.* 2009;27:1177–84.
- Castagna C, Abt G, D'Ottavio E. The relationship between selected blood lactate thresholds and match performance in elite soccer referees. *J Strength Cond Res.* 2002; 16:623–7.
- Castagna C, Bizzini M, Povoas SC, D'Ottavio S. Timing effect on training session rating of perceived exertion in top-class soccer referees. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12: 1157–62.
- Pyne DB, Saunders PU, Montgomery PG, Hewitt AJ, Sheehan K. Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *J Strength Cond Res.* 2008;22:1633–7.
- Spencer M, Pyne D, Santisteban J, Mujika I. Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *Int J Sports Physiol Perform* 2011; 6: 497–508.
- Riiser A, Andersen V, Castagna C, Pettersen SA, Saeterbakken A, Froyd C, et al. The construct validity of the CODA and repeated sprint ability tests in football referees. *Int J Sports Med* 2018; 39: 619–24.
- Casajus JA, Castagna C. Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. *J Sci Med Sport.* 2007;10:382–9.
- Borg G, Hassmen P, Lagerstrom M. Perceived exertion related to heart-rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987;56:679–85.
- Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001;15:109–15.
- Castillo D, Weston M, McLaren SJ, Camara J, Yanci J. Relationships between internal and external match load indicators in soccer match officials. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12:922–7.
- Zouhal H, Lemoal E, Wong DP, BenOunis O, Castagna C, Duluc C, et al. Physiological responses of general vs. specific aerobic endurance exercises in soccer. *Asian J Sports Med.* 2013;4:213–20.
- Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exer.* 2009;41:3–13.
- Hopkins WG. Spreadsheets for analysis of controlled trials, with adjustment for a subject characteristic. *Sports Sci.* 2006;10:46–50.
- Arazi H, Keihaniyan A, EatemadyBoroujeni A, Oftade A, Takhsha S, Asadi A, et al. Effects of heart rate vs. speed-based high intensity interval training on aerobic and anaerobic capacity of female soccer players. *Sports.* 2017;5:E57.
- Fernandez-Fernandez J, Sanz-Rivas D, Sarabia JM, Moya M. Preseason training: the effects of a 17-day high-intensity shock microcycle in elite tennis players. *J Sports Sci Med.* 2015;14:783–91.
- Wahl P, Guldner M, Mester J. Effects and sustainability of a 13-day high-intensity shock microcycle in soccer. *J Sports Sci Med.* 2014;13:259–65.
- Dellal A, Varliette C, Owen A, Chirico EN, Pialoux V. Small-sided games versus interval training in amateur soccer players: effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *J Strength Cond Res.* 2012; 26:2712–20.
- Faude O, Steffen A, Kellmann M, Meyer T. The effect of short-term interval training during the competitive season on physical fitness and signs of fatigue: a crossover trial in high-level youth football players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2014;9:936–44.
- Macpherson TW, Weston M. The effect of low-volume sprint interval training (SIT) on the development and subsequent maintenance of aerobic fitness in soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10:332–8.
- Sperlich B, De Marees M, Koehler K, Linville J, Holmberg HC, Mester J. Effects of 5 weeks of high-intensity interval training vs. volume training in 14-year-old soccer players. *J Strength Cond Res.* 2011;25:1271–8.
- Wells C, Edwards A, Fysh M, Drust B. Effects of high-intensity running training on soccer-specific fitness in professional male players. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2014; 39:763–9.
- Eniseler N, Şahan Ç, Özcan I, Dinler K. High-intensity small-sided games versus repeated sprint training in junior soccer players. *J Human Kin.* 2017;60:101–11.
- Howard N, Stavrianeas S. In-season high-intensity interval training improves conditioning in high school soccer players. *Int J Exer Sci.* 2017;10:713–20.
- Paul DJ, Marques JB, Nassis GP. The effect of a concentrated period of soccer specific fitness training with small-sided games on physical fitness in youth players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59:962–8.
- Helgerud J, Engen LC, Wisloff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exer.* 2001;33:1925–31.
- Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci.* 2005;23:583–92.
- Ferrari Bravo D, Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop D, Wisloff U. Sprint vs. interval training in football. *Int J Sports Med.* 2008;29:668–74.

Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de carga interna en mujeres no deportistas: estudio piloto

Claudio Nieto-Jiménez¹, Carla Bertoglia-Ghiglini¹, Estefanía Soto-Voisier¹, Isabel Morales-Rodríguez¹, Francisca Sepúlveda-Catalán¹, Daiana Quintiliano-Scarpell¹, José F. Ruso-Álvarez²

¹Universidad del Desarrollo, Centro integral de apoyo al deportista (CIAD). Santiago, Chile. ²Universidad Pablo de Olavide. Sevilla.

Recibido: 16/08/2019

Aceptado: 13/03/2020

Resumen

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es una herramienta no invasiva que permite evaluar la modulación simpática y parasimpática y se ha propuesto como un método válido para valorar la respuesta individual a una carga de trabajo y, por tanto, la carga de entrenamiento.

El objetivo es utilizar la RMSSD-Slope (La pendiente de la raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes) para analizar la recuperación tras dos intensidades diferentes en tapiz rodante en mujeres no deportistas, como medida de carga interna (CI) y su posible relación con la carga externa (CE).

Participaron 9 mujeres sanas, físicamente activas. Se realizaron dos test, separados entre sí por 48-72 h. El primero fue una prueba máxima en tapiz rodante, en el que se determinó la velocidad aeróbica máxima (VAM). En la segunda sesión, se realizó una prueba al 80% de la VAM. En cada una de las sesiones se hizo un seguimiento la escala de Borg y de la VFC (reposo, ejercicio y recuperación) para su posterior análisis con la RMSSD-Slope.

El valor de la RMSSD-Slope en la prueba del 80% de intensidad fue de 0,97 ($\pm 0,78$), y en la Prueba Máxima fue 0,84 ($\pm 0,36$). Ambas pruebas presentan una R^2 con la escala de Borg (0,62 y 0,62) respectivamente. En el caso de la R^2 entre la CE y la RMSSD-Slope fue de 0,04 y 0,14 respectivamente.

La pendiente de recuperación de la RMSSD es una buena herramienta de valoración de CI en mujeres físicamente activas pero no deportistas.

Palabras clave:

Parasimpático.

Carga de entrenamiento.

Variabilidad de la frecuencia cardíaca.

Recuperación.

Heart rate variability as an indicator of internal load in non-athlete women: pilot study

Summary

Heart rate variability (HRV) is a non-invasive tool capable to evaluate the sympathetic and parasympathetic modulation and it has been proposed as a valid method to assess the individual response to a workload and, therefore, the training load.

The objective is to use the RMSSD-Slope (square root of the mean of the differences of the sum of the squares between adjacent RR intervals) to analyze the recovery after two different treadmill intensities in non-athletic women, as an internal training load (ITL) measure and its possible relation with the external training load (ETL) 9 healthy, physically active women participated in the study. Two tests were performed, separated from each other for 48-72h. The first was a maximum treadmill test, in which the maximal aerobic speed (MAS) was determined. In the second session, an 80% test of the MAS was carried out. In each of the sessions, Borg scale and HRV was monitored (rest, exercise and recovery) for further analysis with the RMSSD-Slope.

The RMSSD-Slope value in the 80% intensity test was 0.97 (± 0.78), and in the Maximum Test it was 0.84 (± 0.36). Both tests show an R^2 with Borg scale of 0.62 and 0.62 respectively. In the case of the R^2 between the ETL and the RMSSD-Slope it was 0.04 and 0.14 respectively.

The recovery slope of the RMSSD is a good ITL assessment tool in physically active women but not athletes.

Key words:

Parasympathetic. Training load.

Heart rate variability. Recovery.

Correspondencia: Claudio Nieto-Jiménez

E-mail: c.nieto@udd.cl

Introducción

La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es una herramienta no invasiva que permite evaluar la modulación simpática y parasimpática^{1,2} y se ha propuesto como un método válido para valorar la respuesta individual a una carga de trabajo y, por tanto, la carga de entrenamiento^{3,4}. Existe un reciente interés por controlar la carga de entrenamiento en los deportistas⁵, distinguiéndose por una parte la carga administrada o carga externa (CE) y por otra, la forma en que cada sujeto asimila esa carga y responde a ella, lo que se conoce como carga interna (CI)⁶.

Una metodología utilizada para valorar la carga de entrenamiento es la medición de la VFC inmediatamente después del ejercicio para observar la forma en la que se recuperan sus valores. Sin embargo, no existe una norma clara en cuanto al tipo de carga a valorar, existiendo estudios que miden cargas de trabajo en función de los umbrales (como porcentaje de la FCmax) sin ajustar la intensidad a la duración en laboratorio, ya sea con una sola intensidad de ejercicio⁷ o con diferentes intensidad⁸⁻¹¹ mientras otros valoran días o semanas de entrenamiento con diferentes tipos de cargas^{3,4,11,12} o diseñadas específicamente en campo¹³. Recientemente, Ruso y colaboradores (2019) ajustaron las cargas de VT1 y VT2 para obtener la misma carga de entrenamiento y observaron que la reducción parasimpática es independiente del tipo de trabajo realizado y es inversa a la intensidad, concluyendo que la recuperación de la RMSSD sería un buen indicador para valorar la CI¹⁴.

La CI puede ser valorada con variables de VFC, existiendo trabajos que han observado cambios en la modulación simpática-parasimpática como indicadores de CI en deportes de equipo¹⁵ e individuales¹⁶. En esta línea, Naranjo *et al.*,¹⁷ han propuesto una herramienta sencilla para valorar la CI a partir de la recuperación inmediata de la raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes (RMSSD) tras un esfuerzo de cualquier característica.

Hasta el momento la utilización de este índice de CI se ha limitado a poblaciones de jóvenes físicamente activos¹⁷, sin embargo, no hay aún en la literatura estudios que valoren la recuperación inmediata tras ejercicio en población general, no deportista, utilizando la herramienta propuesta por estos autores. Si bien se han descrito algunos índices⁹ no se ha impuesto el uso cotidiano en una población de mujeres activas pero no deportistas.

Por eso, el objetivo de este estudio es utilizar este instrumento de análisis post ejercicio tras dos intensidades diferentes en tapiz rodante en mujeres físicamente activas pero no deportistas, como medida de CI y su posible relación con la CE.

Material y método

En el estudio participaron 9 mujeres sanas, físicamente activas pero no deportistas y no fumadoras (edad $31,67 \pm 4,00$ años; masa corporal $64,82 \pm 6,97$ kg; talla $164,04 \pm 0,03$ cm; IMC: $24,10 \pm 2,90$).

Siguiendo las indicaciones generales de la *Task Force*¹⁸ se advirtió a todas los sujetos de que no tomaran bebidas alcohólicas y/o que contuvieran cafeína, además de abstenerse de realizar actividad física durante las 24h previas a cada test.

A cada sujeto se le realizó una consulta médica para descartar que estuvieran recibiendo tratamientos o padecieran desórdenes cardiovasculares o de cualquier otro tipo que pudieran incidir o alterar el estado del sistema nervioso autónomo. Todos los sujetos fueron informados del procedimiento a seguir y dieron su consentimiento por escrito para participar en el experimento. El Comité de Ética local aprobó el estudio, que siguió todos los principios expresados en la Declaración de Helsinki¹⁹. La duración total del experimento fue de 1 semana, realizando 2 sesiones separadas entre sí por 48-72 h, aproximadamente a la misma hora del día y manteniendo unas condiciones ambientales estables (temperatura y humedad).

En la primera sesión, cada sujeto cumplimentó un cuestionario de antecedentes y se les midió el peso y la talla. Se realizó una prueba de esfuerzo incremental y máxima en tapiz rodante (ErgoRun Medical 8, Daum Electronic; Fürth, Germany) siguiendo un protocolo escalonado con una carga inicial de 6 km/h y aumentos de 1 km/h cada 3 minutos hasta el agotamiento, con inclinación del 1%. Entre escalones sucesivos se realizó una parada de 1 min con el fin de obtener una muestra de sangre por punción en la yema del dedo para realizar mediciones de lactato en sangre capilar utilizando un medidor Lactate Pro 2 (Minneapolis, USA).

A los efectos de este estudio, una vez finalizada cada prueba se determinó la velocidad aeróbica máxima (VAM), considerando como tal la del último escalón completado hasta el límite volitivo siempre que se acompañara de una FC de al menos el 95% de la FC máxima teórica de cada sujeto y un lactato máximo superior a 8 mM/L.

En la segunda sesión, cada sujeto corrió durante 20 minutos a una velocidad del 80% de la VAM de forma constante y sin calentamiento previo.

En cada sesión se calculó la CE como el producto de la intensidad (velocidad) por el volumen (tiempo). Al expresar la velocidad en km/h y el tiempo en horas, la CE queda expresada como la distancia recorrida en kilómetros.

Mediciones de variabilidad de la frecuencia cardíaca

Se utilizó un pulsómetro Polar V800 con una banda torácica H10 HR Sensor (Polar Inc., Kempele, Finland), validado para mediciones de VFC²⁰. El pulsómetro estuvo registrando desde 10 minutos previos a la prueba hasta 15 minutos después de finalizada la misma. Todas las mediciones se hicieron en posición sentada y en un ambiente tranquilo y silencioso. Para ello, el sujeto debía sentarse inmediatamente al terminar la prueba (sin recuperación activa) para realizar la medición de la recuperación.

Todos los registros analizados fueron de cinco minutos de duración. En cada sesión se tomaron los últimos 5 minutos del registro de reposo (Rep.) y del ejercicio (Ejer.). En el caso de la recuperación las mediciones fueron realizadas del minuto 5 al 10 una vez finalizada la prueba (Rec. 10).

Las series de tiempo RR se descargaron mediante la aplicación Polar FlowSync (versión 2.6.2) para ser analizadas con el software Kubios VFC (Versión 2.1, University of Eastern Finland, Kuopio, Finland). Cada registro fue examinado previamente para detectar la posible presencia de artefactos y/o latidos anómalos, procediendo en caso necesario a aplicar los filtros correspondientes.

En cada sesión de ejercicio se registró la percepción subjetiva del esfuerzo mediante la escala de Borg 1-10²¹.

La RMSSD es la variable más utilizada en la valoración de la actividad parasimpática². Siguiendo la metodología propuesta por Naranjo *et al.*,¹⁷ y aplicando el nomograma propuesto, se calculó la pendiente de recuperación de los valores de la RMSSD al minuto 10 y partiendo del valor final del ejercicio para cada una de las intensidades realizadas en el experimento (80% y prueba máxima). Los valores obtenidos en ambas pruebas se incluyeron en el nomograma para su representación gráfica.

Análisis estadístico

En primer lugar, se realizó un estudio descriptivo de forma que todos los datos están presentados mediante la media y desviación estándar. Para determinar si existían diferencias significativas entre las variables de CE y CI se aplicó la prueba de t-Student pareada. En todos los casos se consideró un nivel de confianza de 95% y un valor de $p < 0,05$. Para analizar las relaciones entre las pendientes propuestas y otras variables de carga, se realizó un análisis de correlación de Pearson. Especialmente, se exploró la relación gráfica entre las pendientes de RMSSD a las dos intensidades.

Resultados

Características de las pruebas

En la Tabla 1 se muestran los datos de intensidad (velocidad), duración, CE y escala de Borg para cada una de las pruebas.

En la Tabla 2 se muestran los valores de lactato y frecuencia cardíaca en la prueba del 80%. Para la RMSSD se presentan sus valores en los últimos 5 minutos de ejercicio, tras 10 minutos de recuperación y el cálculo de la RMSSD-Slope.

En la Tabla 3 se muestran los valores de lactato y frecuencia cardíaca en la prueba máxima. Para la RMSSD se presentan sus valores en los últimos 5 minutos de ejercicios, tras 10 minutos de recuperación y el cálculo de la RMSSD-Slope.

Los valores de RMSSD-Slope para la prueba del 80% (Tabla 2) y la prueba máxima (Tabla 3) no mostraron diferencias significativas ($p = 0,52$).

En la Figura 1 se muestra la asociación gráfica entre la escala de Borg¹⁻¹⁰ y la RMSSD-Slope de la prueba del 80% (A) y con la prueba máxima (B). El valor del coeficiente de correlación de Pearson para ambas comparaciones fue de -0,76 y -0,70 respectivamente.

En la Figura 2 se muestra la asociación gráfica entre la RMSSD-Slope de la prueba del 80% y la prueba máxima. Esta asociación arroja un coeficiente de correlación de Pearson de 0,70.

Tabla 1. Características de las pruebas.

	Prueba 80%	Prueba máxima
Velocidad (km/h)	10,62 ± 1,43	13,28 ± 1,79
Tiempo (h)	0,33 ± 0,00	0,42 ± 0,08
Carga externa (km)	3,51 ± 0,47	3,53 ± 0,78
Escala de Borg (1-10)	6,56 ± 1,01	8,44 ± 0,73

Tabla 2. Datos de la prueba del 80%.

Sujeto	Prueba 80%				
	Lact.	FC	RMSSD Ejer.	RMSSD Rec.	RMSSD -Slope
1	5,5	173	2,9	32,00	2,91
2	4,7	166	4,3	11,00	0,67
3	5,7	176	4,1	10,20	0,61
4	5,6	184	4,2	11,40	0,72
5	4,9	184	4,2	13,90	0,97
6	6,6	177	2,3	4,60	0,23
7	7,8	173	3,1	9,40	0,63
8	4,9	173	4	17,00	1,30
9	5,6	162	3,1	10,08	0,70
Media	5,70	174,22	3,58	13,29	0,97
DS	0,97	7,28	0,73	7,77	0,78

Lact: lactato (Mmol); FC: frecuencia cardíaca (l/m); RMSSD: raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes; Ejer: Ejercicio; Rec: Recuperación; DS: Desviación estándar.

Tabla 3. Datos de la prueba máxima.

Sujeto	Prueba máxima				
	Lact.	FC	RMSSD Ejer.	RMSSD Rec.	RMSSD -Slope
1	13,5	189	4	18,04	1,40
2	15,4	187	3,47	8,55	0,51
3	12,4	183	3,56	10,88	0,73
4	9,5	182	2,59	16,36	1,38
5	11,1	187	4,72	14,32	0,96
6	12,2	181	2,86	6,77	0,39
7	8,2	175	4	9,88	0,59
8	11,4	183	4,13	13,14	0,90
9	15,6	167	4,57	11,52	0,70
Media	12,14	181,53	3,77	12,16	0,84
DS	2,47	6,77	0,72	3,66	0,36

Lact: lactato (Mmol); FC: frecuencia cardíaca (l/m); RMSSD: raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes; Ejer: Ejercicio; Rec: Recuperación; DS: Desviación estándar.

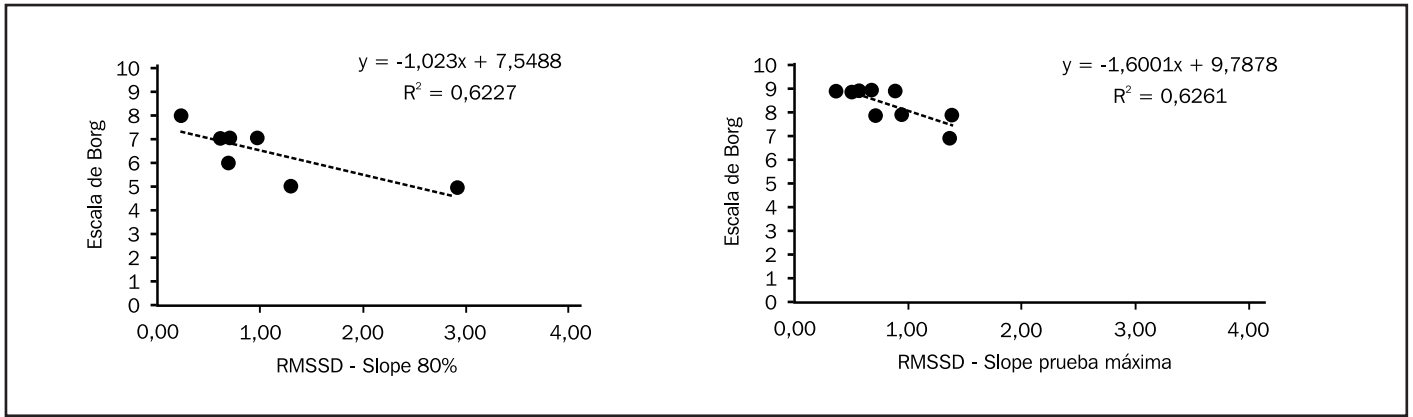
En la Figura 3 se muestra la asociación gráfica entre la carga externa (CE) y la RMSSD-Slope de la prueba del 80% y la prueba máxima. Estas relaciones presentan un coeficiente de correlación de Pearson de -0,19 y -0,37 respectivamente.

En la Figura 4 se presentan los resultados individuales de la RMSSD-Slope de las pruebas de 80% y prueba máxima sobre el nomograma propuesto por Naranjo *et al.*,¹⁷.

Discusión

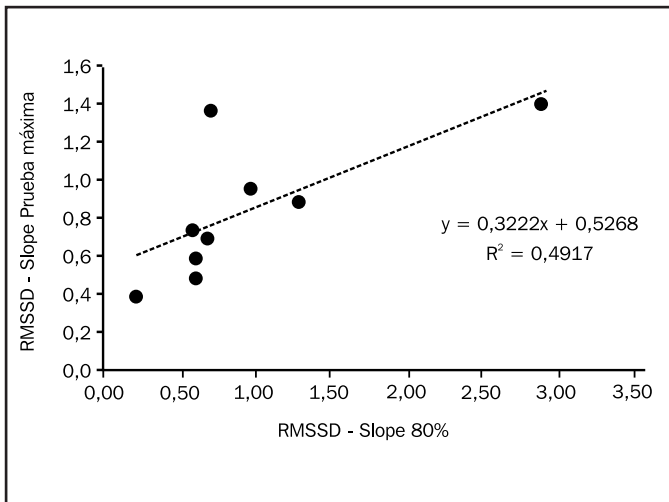
La principal aportación de este estudio es la aplicación del nomograma de valoración de CI post ejercicio en mujeres físicamente activas, pero no deportistas, tras esfuerzos a dos intensidades diferentes.

Figura 1. Relación entre la Escala de Borg (1-10) con la RMSSD-Slope.



RMSSD: raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes.

Figura 2. Relación entre la RMSSD-Slope de ambas pruebas.

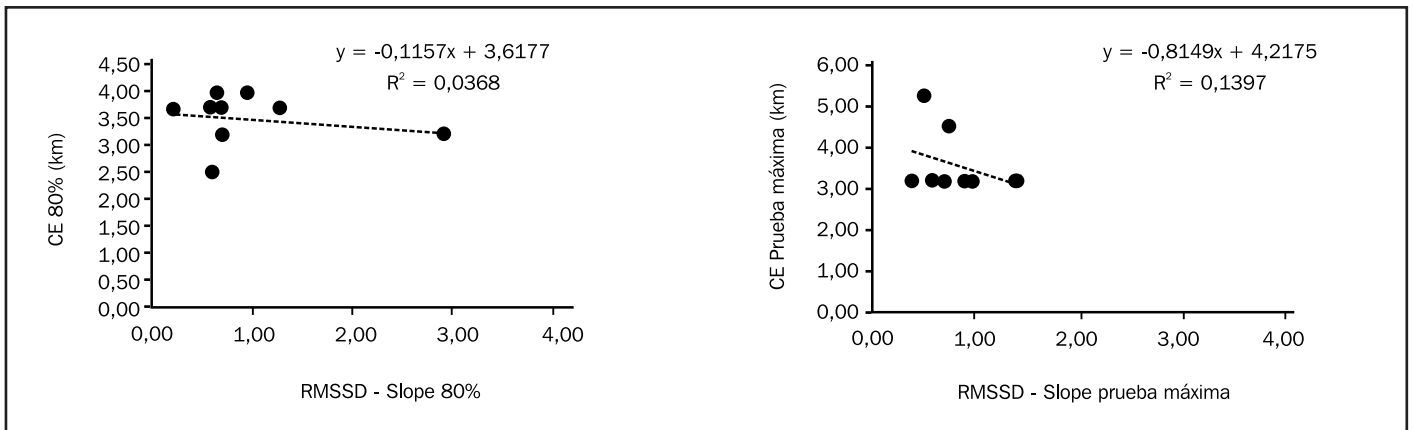


RMSSD: raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes.

El estudio realizado por Naranjo *et al.*¹⁷ mostró que la reactivación de la RMSSD tras el ejercicio se comporta de forma lineal, al menos durante los primeros 30 minutos, pudiéndose calcular la pendiente en cualquier momento dentro de ese tiempo. En nuestro estudio, la CE media obtenida en la prueba del 80% y la prueba máxima fue la misma ($3,51 \pm 0,47$ y $3,53 \pm 0,78$ km) (Tabla 1). Este hecho justificaría que no existiera diferencia en la pendiente de recuperación de la RMSSD en ambas intensidades ($p=0,52$), ya que la respuesta parece estar ajustada a la carga total que en este caso es la misma. Esto mismo es lo que refieren Naranjo *et al.*¹⁷ cuando la carga de trabajo es superior al 80% en estudiantes universitarios. Sin embargo, otros autores, utilizando metodologías diferentes, reportan valores de RMSSD distintos por encima de intensidades del 80%^{9,22}.

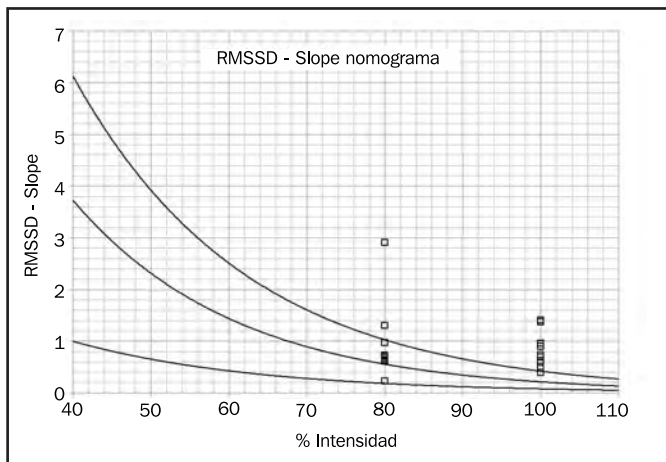
En nuestros datos la RMSSD durante el ejercicio sufre una caída en sus valores con independencia de la intensidad. Para la prueba del 80% es de 3,7 ms y para la prueba máxima es de 3,5 ms (Tablas 2 y 3), coincidiendo con Michael *et al.*²³ y Naranjo *et al.*¹⁷ que refieren valores de 5 y 4 ms respectivamente. Por tanto, podemos confirmar que también en mujeres no entrenadas la supresión del estímulo parasimpático du-

Figura 3. Relación entre CE y RMSSD-Slope.



RMSSD: raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes; CE: carga externa.

Figura 4. Nomograma de la RMSSD-Slope.



RMSSD: raíz cuadrada de la media de las diferencias de la suma de los cuadrados entre intervalos RR adyacentes.

rante el esfuerzo físico es total con independencia de la carga realizada.

Al comparar la CI de ambas pruebas con la escala de Borg (Figura 1) encontramos una buena relación lineal con una R^2 de 0,62 para la prueba del 80% y de 0,63 para la prueba máxima. Igualmente ocurre con los coeficientes de correlación de Pearson ($r = -0,76$ para la prueba del 80% y $r = -0,70$ para la prueba máxima) que incluso muestran mejores valores que los encontrados por Naranjo *et al.*,¹⁷ ($r = -0,67$) en los estudiantes universitarios. Por tanto, reafirmamos que la buena correlación de la RMSSD-Slope con la escala de Borg la confirma como una buena herramienta de CI.

Al asociar los valores de CI entre ambas pruebas se obtiene una correlación de $r = 0,70$ aunque con una menor relación lineal (Figura 2; $R^2 = 0,49$). No se encontraron asociaciones de la CI con la FC ni con el Lactato. Asimismo, las mujeres no deportistas tampoco muestran ninguna correlación entre la CE y la RMSSD-Slope (Figura 3), mostrando valores de r de $-0,19$ y $-0,37$ en cada prueba. Los datos obtenidos muestran una respuesta totalmente individual en la forma en que cada sujeto asimila la carga administrada y responde a ella.

El valor medio de RMSSD-Slope propuesto por Naranjo *et al.*,¹⁷ para valorar los resultados ante una carga física en el segundo umbral ventilatorio es de 0,29 y de 0,28 para la velocidad aeróbica máxima. En nuestros resultados (Figura 4) en la prueba del 80% las mujeres presentan un valor medio de 0,97 y para la prueba máxima un valor de 0,84. Esto indica que tanto la respuesta media del grupo como cada una de las respuestas individuales puede considerarse buena, no suponiendo una gran CI. Una limitación de este estudio es el bajo tamaño muestral, tratándose de un estudio piloto que requerirá de investigaciones posteriores para establecer su utilización práctica en una población de otras características.

Se concluye que la pendiente de recuperación de la RMSSD propuesta por Naranjo *et al.*,¹⁷ es una buena herramienta de valoración de CI en mujeres físicamente activas pero no deportistas.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Sandercock GRH, Bromley PD, Brodie DA. Effects of exercise on heart rate variability: Inferences from meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:433–9.
- Stanley J, Peake JM, Buchheit M. Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: Implications for training prescription. *Sport Med.* 2013;43:1259–77.
- Pichot V, Roche F, Gaspoz JM, Enjolras F, Antoniadis A, Minini P, et al. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1729–36.
- Kiviniemi AM, Hautala AJ, Kinnunen H, Tulppo MP. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *Eur J Appl Physiol.* 2007;101:743–51.
- Bourdon PC, Cardinale M, Murray A, Gastin P, Kellmann M, Varley MC, et al. Monitoring athlete training loads: Consensus Statement. *Int J Physiol Perform.* 2017;12:161–70.
- McLaren SJ, Macpherson TW, Coultas AJ, Hurst C, Spears IR, Weston M. The relationships between internal and external measures of training load and intensity in team sports: A meta-analysis. *Sport Med.* 2018;48:641–58.
- Goldberger JJ, Le FK, Lahiri M, Kannankeril PJ, Ng J, Kadish AH. Assessment of parasympathetic reactivation after exercise. *Am J Physiol Circ Physiol.* 2006;290:H2446–52.
- Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, Rusko H, Nummela A. Can HRV be used to evaluate training load in constant load exercises? *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:435–42.
- Saboul D, Balducci P, Millet G, Pialoux V, Hautier C. A pilot study on quantification of training load: The use of HRV in training practice. *Eur J Sport Sci.* 2016;16:172–81.
- Kaikkonen P, Hynynen E, Mann T, Rusko H, Nummela A. Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112:829–38.
- Seiler S, Haugen O, Kuffel E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: Intensity and duration effects. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1366–73.
- Plews DJ, Laursen PB, Kilding AE, Buchheit M. Heart rate variability and training intensity distribution in elite rowers. *Int J Physiol Perform.* 2014;9:1026–32.
- Schumann M, Botella J, Karavirta L, Häkkinen K. Training-load-guided vs standardized endurance training in recreational runners. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12:295–303.
- Ruso-Álvarez J, Nieto-Jiménez C. La recuperación parasimpática tras el esfuerzo como medida de carga de trabajo. En prensa: *Arch Med Deporte.* 2019;194: 356-59.
- Miranda-Mendoza J, Reynoso-Sanchez LF, Hoyos-Flores JR, Quezada-Chacón JT, Naranjo J, Rangel-Colmenero B, et al. Stress Score and lnRMSSD as internal load parameters during competition. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte.* En prensa Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/inpress/artstress1105e.pdf> [Consultado el 15 de enero de 2019].
- Nieto-Jiménez C, Pardos-Mainer E, Ruso-Álvarez JF, Naranjo-Orellana J. Training Load and HRV in a Female Athlete: A Case Study. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte.* En prensa. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/inpress/artcarga1143e.pdf> [Consultado el 20 de enero de 2019].
- Naranjo Orellana J, Nieto-Jiménez C, Ruso-Álvarez JF. Recovery slope of heart rate variability as an indicator of internal training load. *Health.* 2019;11:211–21.
- Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Eur Heart J.* 1996;17:354–81.
- WMA Declaration of Helsinki – Ethical principles for medical research involving human subjects – WMA – The World Medical Association. Disponible en: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/> [Consultado el 15 de diciembre de 2018].
- Giles D, Draper N, Neil W. Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. *Eur J Appl Physiol.* 2016;116:563–71.
- Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982;14: 377–81.
- Michael S, Jay O, Halaki M, Graham K, Davis GM. Submaximal exercise intensity modulates acute post-exercise heart rate variability. *Eur J Appl Physiol.* 2016;116:697–706.
- Michael S, Graham KS, Davis GM. Cardiac autonomic responses during exercise and post-exercise recovery using heart rate variability and systolic time intervals. A review. *Front Physiol.* 2017;8:1–19.

Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en deportistas de élite después de abandonar la competición

Mireia Parra¹, Kelly Ferri², Maite Doñate¹, Teresa Puig³, Ignasi Gich³, Ricard Serra-Grima¹

¹Servicio de Cardiología. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. IIB Sant Pau, Barcelona. ²Facultad de Psicología, Educación y Ciencias del Deporte. Blanquerna. Universitat Ramón Llull. Barcelona. ³Servicio de Epidemiología Clínica y Salud Pública. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau IIB Sant Pau. UAB. CIBERCV, Barcelona.

Recibido: 16/08/2019

Aceptado: 13/03/2020

Resumen

Introducción: Estudios epidemiológicos muestran que los factores de riesgo cardiovascular (FRCV) aumentan con la edad en la población general.

Objetivo: Estudiar los FRCV en deportistas de élite que habían abandonado la alta competición como mínimo desde hace 5 años.

Material y método: Estudio descriptivo longitudinal de una cohorte de ex-deportistas de élite con bradicardia sinusal extrema (n= 157) 122 hombres y 35 mujeres. Edad= 47 ±5,9 años. Atletismo (n= 66 42%) natación (n=35 22%) y otros (n=56 36%). Para determinar la presencia de FRCV se utilizó un cuestionario estructurado en el momento de inclusión del estudio y en el seguimiento. Se realizó un análisis descriptivo según las variables fueran cualitativas o cuantitativas y un análisis bivariado en relación a la bradicardia sinusal y los FRCV.

Resultados: Se han comparado con datos de la población general. Tabaquismo 9,0% hombres y 8,6% mujeres *versus* población general 30,9% hombres y 20,5% mujeres; Hipertensión arterial 9,8% hombres y 0% mujeres *versus* 22,6% y 23,7%; Diabetes Mellitus 2,5% hombres y 0% mujeres *versus* 7,6% y 7,9%; Obesidad 4,1% hombres y 0% mujeres *versus* 15,7% y 14,0%; Hipercolesterolemia 18,2% hombres y 2,9% mujeres *versus* 16% del total en la población general. Practican ejercicio físico regularmente 85% hombres y 82,9% mujeres *versus* 84,5% y 81,1%. 47 (29,9%) realizaban ejercicio físico moderado, 32 (20,4%) ejercicio físico intenso, 21 (13,3%) ejercicio físico muy intenso.

Conclusión: La mayoría de los deportistas de élite continúan realizando ejercicio físico regular y sus FRCV son inferiores a los de la población general.

Palabras clave:

Riesgo cardiovascular.
Ejercicio físico. Deportistas élite.

Prevalence of cardiovascular risk factors in elite athletes after leaving the competition

Summary

Introduction: Epidemiological studies show that cardiovascular risk factors (CVRF) increase with age in the general population.
Aim: To study the Cardiovascular Risk Factors (CVRF) in elite athletes who had retired from competitive sports for a minimum of five years prior to participation in the follow-up examination.

Material and method: longitudinal follow-up study in 157 former elite athletes who had sinus bradycardia (n = 157) 122 men and 35 women. Age = 47 ± 5.9 years. Track and field (n = 66 42%) swimming (n = 35 22%) and others (n = 56 36%). To determine the presence of CRF, a structured questionnaire was used at the time of inclusion of the study and in the follow-up. A descriptive analysis was performed depending on whether the variables were qualitative or quantitative and a bivariate analysis in relation to sinus bradycardia and CRF. The results have been compared with data from the general population.

Results: Smoking 9.0% men and 8.6% women versus the general population 30.9% men and 20.5% women; Hypertension 9.8% men and 0% women versus 22.6% and 23.7%; Diabetes Mellitus 2.5% men and 0% women versus 7.6% and 7.9%; Obesity 4.1% men and 0% women versus 15.7% and 14.0%; Hypercholesterolemia 18.2% men and 2.9% women versus 16% of the total in the general population. 85% men and 82.9% women versus 84.5% and 81.1% regularly exercise. 47 (29.9%) performed moderate physical exercise, 32 (20.4%) intense physical exercise, 21 (13.3%) very intense physical exercise.

Conclusion: The majority of elite athletes continue to regularly exercise and their CRF are lower than those of the general population.

Key words:

Cardiovascular risk factor.
Physical exercise. Elite athletes

Trabajo premiado como mejor comunicación oral en VII Jornadas Nacionales de Medicina del Deporte, organizada por la Sociedad Española de Medicina del Deporte y Regidoria d'Esports del l'Ajuntament de Reus, celebradas 22-23 de noviembre de 2019. Trabajo parcialmente financiado por SUR del DEC Generalitat de Catalunya y Unión Europea 2019FI_BI 00168.

Correspondencia: Ricard Serra-Grima

E-mail: jserra@santpau.cat

Introducción

El estilo de vida y hábitos saludables son básicos para la promoción de la salud y la prevención de las enfermedades cardiovasculares y constituyen la base para el rendimiento en el deportista desde el de nivel popular al de la alta competición.

Los programas de entrenamiento de alta intensidad exigen adoptar, entre otros, cambios que afectan a los horarios, nutrición específica y eliminar los elementos tóxicos como el hábito de fumar. Todo ello repercute directamente sobre la salud y el rendimiento físico a corto y largo plazo.

El abandono del entrenamiento de alto nivel competitivo genera modificaciones que abarcan, desde el perfil psicológico, con reducción del estrés asociado a la competición, a la flexibilidad en las normas del estilo de vida. Ocupa lugar preferente la disminución de las horas de entrenamiento que favorece la variación más importante en el estilo de vida.

Si los hábitos dietéticos saludables y la ausencia de hábitos tóxicos, especialmente el tabaquismo, se mantienen una vez se ha abandonado el deporte de competición, aunque siguen haciendo ejercicio físico a otro nivel, la probabilidad de que los factores de riesgo cardiovascular (FRCV) más conocidos, como la hipertensión arterial^{1,2}, dislipemia o diabetes³⁻⁵ se manifiesten, es sensiblemente más baja o en su defecto, que lo hagan a una edad cronológica más avanzada.

La posibilidad de comparar los FRCV que presentaban al inicio del deporte de alta competición con los que presentan a los cinco años, como mínimo, de haberla abandonado, nos permite observar si en este grupo de población hay diferencias con las que se observan en la población general sin antecedentes de haber hecho deporte con regularidad⁶.

Al tratarse de una cohorte de deportistas que han estado sometidos durante años a la disciplina de la alta competición, es interesante conocer si continúan haciendo ejercicio físico, a qué intensidad lo realizan o, por el contrario, se han convertido en sedentarios. Una estimación indirecta del nivel de actividad física que realizan la conocemos, objetivamente, al valorar si la bradicardia sinusal, signo más común en el electrocardiograma del deportista, se mantiene, ha disminuido o, por el contrario, no se observa⁷. Se dispone de un electrocardiograma que se realizó al inicio del entrenamiento de alta competición y el actual cuando ya la han abandonado.

Material y método

Estudio descriptivo longitudinal de ex-deportistas que habían participado en alta competición y que la han abandonado desde hace como mínimo 5 años.

Estudio de la población

El grupo está formado por una cohorte de 157 ex-deportistas de alta competición que en el electrocardiograma inicial la frecuencia cardiaca es inferior a 50 latidos/minuto. 122 hombres (78%) y 35 mujeres (22%) registrados desde 1960 a 1990 en la Unidad de Medicina del Deporte y Salud de la residencia Blume, CAR de Sant Cugat y Servicio Médico del Fútbol Club Barcelona.

La información se ha recogido en un cuestionario estructurado con datos de la historia inicial y los del seguimiento. Incluye información sobre tipo de deporte, horas de entrenamiento a la semana durante la competición, años de participación y años transcurridos desde su abandono. Asimismo, se ha obtenido información sobre el nivel de ejercicio físico que están realizando. Se han considerado cuatro niveles de intensidad, ligera (2-3 horas/semana) moderada (3-5 horas/semana) intensa (5-7 horas/semana) y muy considerable (superior a 7 horas/semana). Historia familiar de antecedentes de enfermedades cardiovasculares en miembros de primera generación, afectación de eventos cardiovasculares, prevalencia de FRCV (tabaquismo, hipertensión arterial, dislipemia, diabetes tipo 1 y 2 y obesidad) y si están bajo tratamiento médico. Todos los participantes tienen un electrocardiograma inicial y otro en el momento del seguimiento.

El nivel deportivo se ha valorado por la participación en competiciones nacionales, internacionales, así como las medallas conseguidas (Tabla 1).

La información de la población general se ha recogido por medio de la Encuesta de Salud de Cataluña del año 2018⁸.

Este estudio fue aprobado por el comité de ética del Hospital de la Santa Creu i Sant Pau y todos los participantes han firmado el documento de consentimiento informado.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo para las variables cuantitativas. Para las variables cualitativas se utilizaron tablas de contingencia y test Mcnemar. Los resultados de variables cuantitativas se presentaron como media y desviación estándar. El t - Test pareado se utilizó en comparaciones individuales.

Se realizó análisis bivariado y se calculó *odds ratios* (OR) y su 95% de intervalo de confianza (95% CI) para cada factor en relación a la bradicardia actual. Se utilizó el paquete estadístico SPSS® (v 22.0).

Resultados

En total 157 ex-deportistas de élite participaron en este estudio, 122 hombres y 35 mujeres. La media de edad al inicio de la competición

Tabla 1. Historial deportivo de participantes en Campeonatos de España e Internacionales (1960-1990).

Participaciones deportivas	N
Medallas a nivel mundial: oro/plata/bronce	
Juegos olímpicos	2
Campeonatos del mundo	8
Campeonatos de Europa	27
Medallas a nivel estatal: oro/plata/bronce	
Campeonatos de España	489
Participación en selecciones nacionales	3.850
Participaciones deportivas a nivel mundial	
Campeonatos del mundo	105
Juegos Olímpicos	52
Campeonatos de Europa	122

fue $17 \pm 4,6$ años y la media de edad al retirarse de la competición fue de $30 \pm 7,4$ años. La media de edad en el seguimiento (actual) es de $47 \pm 5,9$ años. El deporte practicado más frecuente fue la carrera de larga distancia en atletismo (42%) seguido de la natación (22%) y otros (36%) que incluyen el Fútbol, Baloncesto, Voleibol, Triatlón, Pentatlón, Rugby, Ciclismo, Judo, Vela y Hockey patines. La media de años participando en alta competición fue $12 \pm 7,4$ años y la media de horas de entrenamiento durante este tiempo fue $19 \pm 7,4$ horas por semana. La Tabla 1 muestra el número de participaciones en competiciones nacionales e internacionales así y el número de medallas conseguidas.

Bradycardia sinusal

En conformidad con los criterios de inclusión, todos los participantes presentaban en el electrocardiograma inicial marcada bradicardia sinusal (inferior a 50 latidos/minuto) y en el 14% la frecuencia cardíaca era inferior a 40 latidos/minuto. En el seguimiento del estudio un 64% seguían presentando bradicardia sinusal (inferior a 60 latidos por minuto) y en el 18% marcada bradicardia sinusal relacionada con la continuación del ejercicio físico más intenso.

Factores de riesgo cardiovascular

Todos los FRCV que se han valorado al inicio y en el seguimiento del estudio se muestran en la Tabla 2. Al inicio del estudio el 7% de los participantes han reportado ser fumadores y en el seguimiento 8,9% fumadores regulares, 5,7% fumadores no regulares y 21,7% exfumadores. Al inicio del estudio había un participante (0,6%) con hipertensión arterial. En el seguimiento había 12 (7,6%) con hipertensión arterial de los cuales 4 tomaban medicación antihipertensiva. Ninguno de los participantes tenía diabetes al inicio del estudio y 3 tenían diabetes tratada con antidiabéticos orales (ADO) en el seguimiento. Un total de 13 (7,6%) al inicio del estudio tenían el IMC (índice de masa corporal)

Tabla 2. Prevalencia de FRCV al inicio del deporte de élite (inicial) y actualmente (actual).

	Inicial		Actual	
	N	%	N	%
Tabaquismo	11	7		
Ex fumadores			34	21,7
Fumadores no regular <1 cigarrillo/día			9	5,7
Fumadores			14	8,9
Hipertensión	1	0,6	12	7,6
Medicación			4	
Colesterol	4	2,5	23	14,6
Medicación			7	
Diabetes	0	0	3	1,9
Medicación ADO		3		
IMC				
Sobrepeso (IMC $\geq 25 \leq 30$)	13	7,6	49	31,2
Obesidad (IMC >30)	0	0	10	6,3

IMC: índice de masa corporal; ADO: antidiabéticos orales.

Tabla 3. Comparación de la prevalencia de los FRCV actuales de la población de deportistas de élite con los FRCV de la población general.

	Ex-deportistas (%)	Población general (%)
Tabaquismo		
Hombres	9	30,9
Mujeres	8,6	20,5
Hipertensión Arterial		
Hombres	9,8	22,6
Mujeres	0	23,7
Diabetes mellitus		
Hombres	2,5	7,6
Mujeres	0	7,9
Obesidad		
Hombres	4,1	15,7
Mujeres	0	14
Hipercolesterolemia		
Hombres	18,2	16%*
Mujeres	2,9	
Practican ejercicio físico regularmente		
Hombres	85	84,5
Mujeres	82,9	81,1 **

*Sin diferencia entre hombre y mujeres; **Resultado cuestionario internacional de actividad física (IPAQ – corto).

entre 25 y 30, considerado sobrepeso y ninguno de ellos tenía obesidad. En el seguimiento 49 (31,2%) presentaba sobrepeso y 10 (6,3%) obesidad (IMC >30).

La comparación de la prevalencia de FRCV de los ex-deportistas con los de la población general se muestra en la Tabla 3. En relación al tabaquismo hay diferencia porcentual tanto en hombres como en mujeres, así como en la hipertensión arterial y la obesidad. Los valores de hipercolesterolemia en hombres son similares, no obstante, sí que hay diferencia entre las mujeres ex-deportistas y los datos de la población general. Con respecto a la diabetes se aprecian diferencias tanto en hombres como en mujeres ex-deportistas comparadas con la población general de referencia.

Ejercicio físico

En cuanto al ejercicio físico 24 (15,3%) ex-deportistas han reportado no realizar ningún tipo de ejercicio físico regular, 33 (21%) realizaban actividad ligera, 47 (29,9%) moderada, 32 (20,4%) intensa y 21 (13,3%) muy considerable (Figura 1). La prevalencia de la bradicardia sinusal es significativamente más alta en los ex-deportistas que realizaban ejercicio físico de más intensidad ($p < 0,01$) (Figura 2).

Discusión

Los cambios producidos por el entrenamiento en los deportistas, en especial sobre el sistema cardiovascular se han estudiado en el contexto de lo que se ha denominado el "corazón del deportista"⁸. Desde las pri-

Figura 1. Ejercicio físico actual en ex-deportistas de élite.

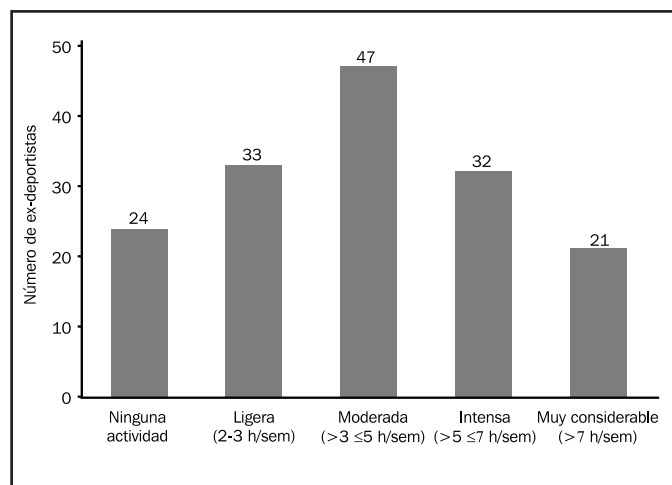
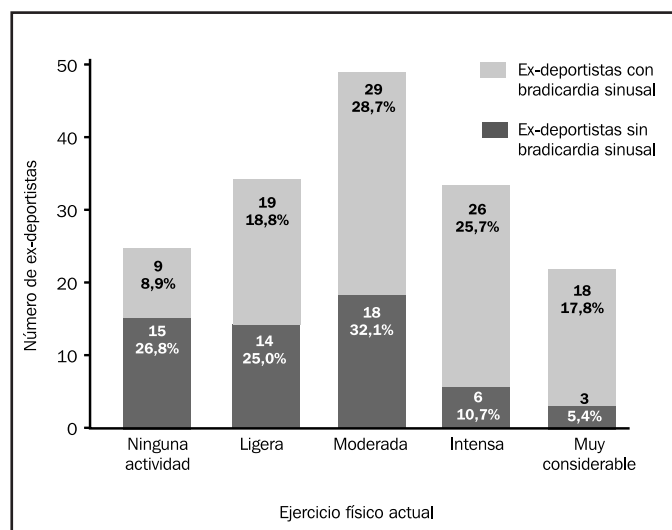


Figura 2. Relación entre la bradicardia actual y ejercicio físico.



meras referencias en las que sólo se valoraba con el Electrocardiograma y la radiografía de tórax, hasta la actualidad en que las que el registro del electrocardiograma durante 24 horas por el método de Holter y las técnicas de imagen con el Ecocardiograma, Resonancia Nuclear magnética y estudios isotópicos de Medicina Nuclear, se conocen nuevos aspectos sobre los cambios estructurales, el remodelado, y la propia función⁸⁻¹¹. El mantenimiento del ejercicio físico en ex deportistas de alta competición o grupos de población que han entrenado por largos períodos de tiempo, ha generado interés por conocer los cambios cardiovasculares en el deportista veterano que ha abandonado la alta competición¹². En estos casos se suman los propios de la edad, la aparición de factores de riesgo cardiovascular (FRCV) que están asociados a los años y que los niveles de entrenamiento son, en general, más suaves.

El ejercicio físico de carácter competitivo tiene diferentes aspectos a tener en consideración, entre ellos la salud y el rendimiento deportivo.

El deporte se asocia a rendimiento, pero la base en que se fundamenta es el buen estado de salud. Desde hace ya más de 50 años la valoración de la aptitud deportiva se hacía con criterios de acusado perfil clínico de forma que la historia de un deportista era similar a la que se realiza en los pacientes. El examen consistía en la historia clínica con datos familiares, personales, exploración física, electrocardiograma y analítica básica.

Actualmente las revisiones tienen el mismo perfil lo que permite tener amplia información sobre la salud y la aptitud para el deporte de competición. En el Centro médico de la Residencia Blume y en el CAR de Sant Cugat se cumplen estos requisitos lo que nos ha permitido disponer de información sobre los antecedentes familiares, FRCV como Presión arterial, tabaquismo y lípidos plasmáticos. Con estos datos se ha realizado el seguimiento en los deportistas que han abandonado la alta competición como mínimo desde hacía 5 años. En la historia actual se dispone de la misma información que se ha obtenido con la entrevista personal, cuestionario estructurado y Electrocardiograma. Esto permite valorar los FRCV en los propios deportistas y compararlos con la población general.

Las referencias bibliográficas inciden en general en dos aspectos por separado. Por una parte, las modificaciones producidas por el entrenamiento y por otra, las que se observan en deportistas veteranos que han dejado la alta competición. Nuestro estudio se ha realizado en una cohorte del que se tiene el historial médico, deportivo, analítica y si había o no factores de riesgo cardiovasculares. Después del abandono de la competición se ha analizado la presencia de FRCV, si se han producido eventos cardiovasculares y la evolución de la frecuencia cardíaca que sería un marcador objetivo, en general, del mantenimiento del ejercicio físico o por el contrario son sedentarios lo que es un factor de riesgo menos relevante.

El ejercicio físico que realizan se ha valorado en horas a la semana como se muestra en la Figura 1 y que la frecuencia cardíaca más baja se relaciona con niveles de actividad moderados-altos. Este dato es consistente para relacionarlo con los FRCV que se modifican con el ejercicio físico¹⁻⁴.

Hay estudios realizados en deportistas veteranos que han abandonado la competición y permanecen activos. Pihl¹³ estudiaron deportistas activos y sedentarios y los compararon con deportistas veteranos que hacían deporte recreativo. Los FRCV (colesterol y presión arterial) eran más bajos y estaban relacionados con el mantenimiento de la actividad física actual. En la misma línea Melekoglu¹⁴ estudió a jugadores de fútbol veteranos en el que los más activos tenían mejor controlados los FRCV comparados con los menos activos. La recomendación es la que se ha generalizado para toda la población. Realizar ejercicio físico regular y dentro de lo posible bajo un programa de entrenamiento bien estructurado.

La prevalencia de cardiopatía coronaria aumenta con la edad, especialmente cuando coexisten FRCV. El entrenamiento físico produce remodelado de las arterias coronarias de modo que su diámetro es más amplio y son más distensibles con lo que aumenta la capacidad de la reserva coronaria¹⁵.

Mengelkoch¹⁶ ha demostrado que los FRCV permanecen estables y bajos después de un seguimiento de 20 años en deportistas de alto nivel de edades entre 60 y 92 años y que hacían ejercicio físico con regularidad. Las recomendaciones que se realizan en prevención primaria

y secundaria de la enfermedad cardiovascular en relación al ejercicio físico son muy firmes y se insiste en el método y la regularidad como elementos básicos. Sólo de esta forma se alcanzan resultados óptimos. Otro estudio realizado en deportistas veteranos de nivel popular con niveles más ligeros de entrenamiento demostró, asimismo, que los FRCV eran más bajos y también relacionados con el mantenimiento del ejercicio físico actual¹⁷ llega a conclusiones similares sobre una amplia muestra diversificada en los niveles de ejercicio físico de la que se han excluido a los portadores de historia familiar y portadores de FRCV. A mayor intensidad del ejercicio físico de deportistas veteranos menor era el riesgo de cardiopatía coronaria y asociado a su mantenimiento. Sarna¹⁸ realizó un estudio en Finlandia con deportistas que habían participado por lo menos en una competición de alto nivel entre 1920-1965. Se incluyeron por la aptitud que se les concedió para el servicio militar. El seguimiento sobre morbilidad, mortalidad, expectativa de vida eran mejores y los FRCV más bajos que en los sedentarios. El tipo de ejercicio, preferentemente de tipo aeróbico y de intensidad se asocia a aumentos en los índices de supervivencia¹⁹.

La activa recomendación de hacer ejercicio físico que realiza la comunidad médica en la mayoría de las especialidades es debido a la evidencia de sus efectos favorables²⁰. No obstante, no puede obviarse que existen efectos secundarios, especialmente en el ejercicio físico de alta intensidad y veteranos, que se pueden prevenir o atenuar siguiendo las indicaciones y el método adecuado.

Los resultados de nuestro estudio en ex deportistas de alto nivel se obtienen de comparar toda la información clínica y FRCV inicial con la obtenida después de 5 años, como mínimo, de haber abandonado la competición, pese a las dificultades para localizar a los ex deportistas una vez transcurridos tantos años (Tabla 2).

Las diferencias porcentuales con la población general tanto en hombres como en mujeres son evidentes (Tabla 3). En relación al colesterol las diferencias son poco acusadas en hombres y si en mujeres.

En relación a la obesidad en ex deportistas un 7,6% tenían sobrepeso, en la actualidad es de un 31% y un 6% son obesos. En cualquier caso, los valores son más bajos que en la población general. Se ha relacionado el nivel de ejercicio físico con la persistencia de la bradicardia por la estrecha relación que existe entre ambos factores. En la Figura 2 se puede observar la relación entre la continuación del ejercicio físico y la bradicardia sinusal actual.

En resumen, los resultados del estudio en una cohorte de 157 ex deportistas de alta competición muestran por una parte la aparición de factores de riesgo asociados a la edad, pero su prevalencia es más baja que en la población general y físicamente son más activos.

Agradecimientos

A la señora Mónica Ortega, responsable de documentación del Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya, España y a la Fundación Cors Units.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Boyer JL, Kasch FW. Exercise therapy in hypertensive men. *JAMA Cardiol.* 1970;211:1668-71.
- Martin JE, Dubbert PM, Cushman WC. Controlled trial of aerobic exercise in hypertension. *Circulation.* 1990;81:1560-7.
- Goldberg L, Elliot DL. The effect of exercise on lipid metabolism in men and women. *Sports Med.* 1987;4:307-21.
- Rigla M, Sanchez-Quesada JL, Ordonez-Llanos J, Prat T, Caixas A, Jorba O, Perez A. Effect of physical exercise on lipoprotein(a) and low-density lipoprotein modifications in type 1 and type 2 diabetic patients. *Metab.-Clin. Exp.* 2000;49:640-7.
- Sánchez-Quesada JL, Homs-Serradesanferm R, Serrat-Serrat J, Serra-Grima JR, González-Sastre F, Ordóñez-Llanos J. Increase of LDL susceptibility to oxidation occurring after intense, long duration aerobic exercise. *Atherosclerosis.* 1995;118:297-305.
- Departamento de salud Generalitat de Catalunya. Resultados de la encuesta de salud de Cataluña (ESCA 2018). Disponible en: http://salutweb.gencat.cat/ca/el_departament/estadistiques_sanitaries/enquestes/esca/resultats_enquesta_salut_catalunya/.
- Serra-Grima R, Puig T, Doñate M, Gich I, Ramon J. Long-term follow-up of bradycardia in elite athletes. *Int J Sports Med.* 2008;29:934-7.
- G Pons Lladó F, Carreras JR, Serra Grima, et al. Insuficiencia valvular mitral detectada por ecocardiografía doppler en deportistas corredores de maratón. *Med Clin.* 1987;89:95-8.
- Carrió I, Serra-Grima R, Berná L, Estorch M, Martínez-Duncker C, Ordóñez J. Transient alterations in cardiac performance after a six-hour race. *Am J Cardiol.* 1990;65:1471-4.
- Martinez Dunker R, Carrió I, Serra-Grima J R, Berná L, Torres G, Estorch M. Adaptacion funcional biventricular durante una carrera de larga duración. *Rev Esp Cardiol.* 1992; 45:390-6.
- Pujadas S, Doñate M, Chi-Hion Li, Merchan S, Cabanillas A, Pons-Lladó G, Alomar X, Serra-Grima R, Carreras F. Myocardial remodelling and tissue characterisation by cardiovascular magnetic resonance (CMR) in endurance athletes. *BMJ Open Sport Exerc. Med.* 2018; 4:e000422
- Serra Grima JR, Doxandabarat J, Ventura JL. The veteran athlete. An exercise testing electrocardiographic, thorax X-ray and echocardiographic study. *J Sports Med Phys Fitness.* 1981;21:122-9.
- Pihl E, Jürimäe T, Kaasik T. Coronary heart disease risk factors in middle-aged former top-level athletes. *Scand. J Med Sci Sports.* 2007;8:229-35.
- Melekoğlu, T, Sezgin, E, Işın, A, Türk, A. The effects of a physically active lifestyle on the health of former professional football players. *Sports (Basel).* 2019;7:75.
- Thijssen DJH, Redington A, George KP, Hopman MTE, Jones H. Association of exercise preconditioning with immediate cardioprotection: A review. *JAMA Cardiol.* 2018;3:169-76.
- Mengelkoch LJ, Pollock ML, Limacher MC, Graves JE, Shireman RB, Riley WJ, Leon AS. Effects of age, physical training, and physical fitness on coronary heart disease risk factors in older track athletes at twenty-year follow-up. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45:1446-53.
- Martin JE, Dubbert PM, Cushman WC. Controlled trial of aerobic exercise in hypertension. *Circulation.* 1990;81:1560-7.
- Sarna S, Kaprio J, Kujala UM, Koskenvuo M. Health status of former elite athletes: The Finnish experience. *Aging Clin Exp Res.* 1997;9:35-41.
- Teramoto M, Bungum TJ. Mortality and longevity of elite athletes. *J Sci Med Sport.* 2010;13:410-6.
- Harmon KG, Clugston JR, Dec K, Hainline B, Herring SA, Kane S, Roberts WO. American Medical Society for Sports Medicine position statement on concussion in sport. *Br J Sports Med.* 2019;29:87-100.

Evaluation of anthropometric and nutritional assessment of basketball players

Antonio J. Zamora¹, María L. Belmonte²

¹Güel Centro de wellness. Murcia. ²Universidad de Murcia.

Recibido: 16/08/2019

Aceptado: 13/03/2020

Summary

Introduction: The aim of this study is to assess the nutritional status and measurement of body composition of basketball players from four teams of Valencia, three of them belonging to First National League and one belonging to the EBA League, in order to establish adequate dietary guidelines and anthropometric ideals.

Material and method: This is a study whose sample includes 17 men and 15 women. They were measured using the ISAK criteria, while intake was assessed by 3-days 24-hours food questionnaire.

Results: Significant differences ($p < 0.05$) were found in men by playing position in relaxed and flexed arm perimeters between centers and forwards, and height between guards and forwards, and guards and centers. Whereas in women there were significant differences ($p < 0.05$) in the wrist of guards and shooting guards, and shooting guards and forwards, also in the femur of shooting guards and center and height between guards and centers, and guards and shooting guards. No significant differences were found for somatotype. Statistically significant differences in the iron and fiber consumption between men and women were found. There were also statistically significant differences in fluid intake and training session time. Dietary intake was characterized by high fat and carbohydrates and protein moderate, with deficits in vitamin A, D, folic acid, calcium, zinc and magnesium for both genders. Women showed a specific deficit in iron. Furthermore, only 17.6% of men and 6.7% of women drank isotonic drinks during high intensity training, so the remaining players could worsen performance.

Conclusion: In order to enhance performance, a balanced diet which meets the physiological demands of the game could overcome these deficits.

Key words:

Anthropometry. Nutritional status.
Diet. Basketball.

Evaluación antropométrica y nutricional de jugadores de baloncesto

Resumen

Introducción: El objetivo de este estudio es valorar el estado nutricional y medición de la composición corporal de jugadores de baloncesto pertenecientes a cuatro equipos de Valencia, tres de ellos pertenecientes a Liga Primera Nacional y uno perteneciente a la Liga EBA, con el fin de establecer unas pautas dietéticas apropiadas y unos ideales antropométricos.

Material y método: Se trata de un estudio cuya muestra está formada por 17 hombres y 15 mujeres, que fueron medidos siguiendo los criterios del ISAK, y cuya ingesta fue valorada mediante recuerdos 24-horas de alimentos durante 3 días alternos.

Resultados: Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en los hombres según la posición de juego en los perímetros de brazo relajado y flexionado entre aleros y pivots, y la talla entre bases y aleros, y bases y pivots. Mientras que en mujeres existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la muñeca de escoltas y bases, y escoltas y alteros, en el fémur de escoltas y pivots y la talla entre bases y pivots, y bases y escoltas. En cuanto al somatotipo, no se encontraron diferencias significativas. Respecto a la dieta, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el consumo de hierro y fibra entre hombres y mujeres. Y en el consumo de líquidos y el tiempo que duraba la sesión de entrenamiento. La ingesta dietética se caracterizaba por ser alta en grasas y moderada en carbohidratos y proteína, con déficits en vitamina A, D, ácido fólico, calcio, cinc y magnesio para ambos sexos. Las mujeres mostraron un déficit específico en hierro. Además, sólo el 17.6% de los hombres y 6.7% de las mujeres tomaban bebidas isotónicas durante el entrenamiento de alta intensidad, por lo que los restantes jugadores podrían empeorar el rendimiento.

Conclusión: Es por ello, que una dieta equilibrada a las demandas fisiológicas del juego podría solventar estos déficits y aumentar el rendimiento.

Palabras clave:

Antropometría. Estado nutricional.
Dieta. Baloncesto.

Correspondencia: María L. Belmonte
E-mail: marialuisa.belmonte@um.es

Introduction

Basketball is a sport in which, a combination of ability to hit, speed of movement, defensive capacity and strength with a high level of physical and technical-tactical demand takes place¹. This sport requires a high demand of aerobic metabolism that would provide the energy required to maintain the effort during the game time, while anaerobic metabolism would serve to perform the most demanding game actions, therefore, it is the predominant metabolism in the positions with less mobility.

There are studie²⁻⁵ in which there have been differences in anthropometric variables, body composition and somatotype of players of different sports, and even differences between athletes of the same sport according to his role in the team. Specifically, in basketball, depending on the position, having shown that there is variability among athletes who practice team sports, depending on the area or position in which they play⁶, there are guards, shooting guards, strikers and centers, each of them with specific anthropometric and somatotype characteristics to achieve athletic success.

In basketball, anthropometric characteristics are decisive in sports performance⁷. The kinanthropometry allows the study of the body composition using a minimally invasive method by the sum of skinfolds and corrected perimeters⁸.

Establish an adequate nutrition procedure and hydration strategies are critical to success nutrition interventions, because an inadequate nutrition can impair physical performance and health in athletes. Court team sports are characterized by intermittent activity with a big requirement of dietary carbohydrate sources to maintain and replenish glycogen, so inadequate carbohydrate consumption can lead to overtraining⁹. Athletes who perform high intensity exercise do best on a diet rich in carbohydrates with a recommended amount depending on the intensity and duration of the training¹⁰. Moreover, micronutrients can impact on the exercise capacity and performance when intakes are less than recommendations some functional impairments occur¹¹. Maintaining a correct energy balance and a nutrient dense diet with a proper training and rest are the keys to enhance performance¹². With the purpose to optimize performance and promote healthy habits in basketball players a well-designed nutritional intervention is necessary¹³.

Therefore, the aim of this study was to examine body composition differences by position and sex and assess nutritional status in male and female basketball players in order to improve their physical performance.

Material and method

A cross-sectional descriptive study of 32 male and female basketball players of Spanish lower leagues was completed. Inclusion criteria were: men and women over 18 years, not currently injured.

Height, weight, skinfolds and corporal diameters and circumferences were measured according to the International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) criteria. Using an OMRON BF 5-11 weigh scale, a Tanita Leicester stadiometer, a CESCORF bicondylar caliper, a CESCORF Skinfold caliper and a 1.5m flexible tape.

Data about macronutrient and micronutrient intakes of each person in this study were collected using 24-hour dietary recall and food frequency intakes.

A questionnaire about lifestyle habits related to nutrition and intensity of exercise was conducted in order to calculate the total expenditure waste of each athlete. Data were collected in the form of questionnaires about sex, age, player position, training intensity, rest in sport and general lifestyle habits in order to define the study population. Both dietary questionnaires were processed by the EasyDiet Program, which is a software for design and analysis of diets, based on Spanish food composition tables and recommendations.

Patients were informed of the purpose, conditions, procedures and time schedule, accepting voluntarily participate in the study. They all signed an informed consent approved by the Ethics Committee of the University of Valencia, in order to apply the principle of patient autonomy.

In this paper, all population data were collected in Microsoft Excel 2010, and exported to SPSS version 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) for statistical analysis.

In order to study the characteristics of basketball players with different sex, the study population was divided into two groups: male and female players. For anthropometric valuation, every gender group was subdivided into four subgroups according to their position on the court: guards, shooting guards, forwards and centers.

The mean, standard deviation and percentages of the total population and the sample size defined by sex were calculated for all descriptive and frequency variables under study.

According to normality and homocedasticity criteria Student's *t*-test or Mann-Whitney U test were used to determine statistically significant differences between populations divided by gender respecting to the sociodemographic characteristics of the population (age, sex, exercise intensity, etc.), anthropometric (Body Mass Index, waist-hip ratio, body fat, body mass, etc.), total waste expenditure, macronutrients and micronutrients intake, and percentage of these that meet the nutritional requirements for Spanish population.

The association between qualitative variables of the two populations with different sex (sociodemographic characteristics of the population) and somatotype were determined using the Chi-square test of Pearson.

Results

Sociodemographic characteristics of total population

We can see sociodemographic data of basketball players by sex (Table 1).

Anthropometry

Table 2 shows the anthropometric differences between basketball players by sex and court position. The only one anthropometric variable with significant differences ($p < 0.05$) in men by playing position were relaxed and flexed arm between forwards and centers and the height between guards and forwards, and guards and centers. On the other hand, there were found some significant differences ($p < 0.05$) for women by court position in wrist diameter between shooting guards and guards, and between shooting guards and forwards. Moreover, femur

diameter between shooting guards and centers had significant differences and height between guards and centers, and between guards and shooting guards.

Table 1. Sociodemographic data of basketball players by sex.

	Male players	Female players
Total population (%)	53.1%	46.9%
Age (medium ±SD)	21.3±3.2	22.1±3.1
Basketball team (%)		
Valencia basket male	41.2%	0%
Nacional paterna	58.8%	0%
Valencia basket female	0%	66.7%
El Pilar	0%	33.3%
Court position (%)		
Guard	11.8%	20.0%
Shooting guard	17.6%	13.3%
Forward	29.4%	40.0%
Center	41.2%	26.7%

SD: Standard deviation.

For somatotype components, no significant differences were found by position in endomorphy, mesomorphy or ectomorphy. The somatochart by court position of male player can be observed in Figure 1 and the somatochart of female player can be observed in Figure 2.

Nutritional status assessment

There were no statistically significant differences in the intake of any parameter by court position. There were significant differences by sex in the percentages of the daily recommended intake of iron and fiber. In the macronutrients analysis, male players consumed 2.7±0.8 gr·kg⁻¹·day of carbohydrates while protein intake was 1.4±0.4 gr·kg⁻¹·day. For female players, carbohydrate intake were 1.4±0.4 gr·kg⁻¹·day, while protein were 1.4±0.5 gr·kg⁻¹·day. Table 3 shows the average values obtained from the 24 hours food intake recall questionnaires. Figure 3 shows the macronutrients distribution in male basketball players. This distribution also can be seen in Figure 4 for female players. Table 4 shows the percentage of people who meet the daily nutritional requirements according to the daily recommended intake.

Table 2. Anthropometric data of basketball players by sex and court position.

	Male players							
	Guard	S. Guard	Forward	Center	Guard	S. Guard	Forward	Center
Weight (kg)	87.5±1.6	93.1±18.9	85.6±4.0	96.0±9.0	69.9±12.2	63.1±4.2	69.0±2.8	70.1±4.2
Height (cm)	179±0.1	189±0.1	193±0.1	195±0.1	168±0.1	171±0.1	175±0.1	180±0.1
Arm circumference (cm)	32.0±0.8	32.8±4.2	30.8±0.6	34.7±2.1	29.0±5.2	27.0±2.1	28.0±1.6	27.4±0.8
Flexed arm circumference (cm)	34.0±1.7	34.9±5.2	32.7±1.2	37.1±1.8	28.9±4.7	26.9±1.7	28.6±1.3	27.9±0.7
Waist circumference (cm)	87.6±0.7	85.1±6.6	76.2±10.5	86.2±4.7	76.1±8.0	70.7±6.8	74.8±3.0	72.0±2.3
Hip circumference (cm)	103.4±1.6	107.7±10.7	100.4±2.5	106.1±4.7	103.4±7.9	100.0±1.0	101.9±3.3	104.1±3.4
Thigh circumference (cm)	60.8±4.9	60.0±3.5	57.2±2.8	65.8±11.1	60.5±6.2	55.7±3.5	57.4±2.6	58.0±1.9
Leg circumference (cm)	42.4±1.5	37.3±2.5	38.9±1.9	40.6±3.1	37.2±1.2	34.7±0.9	36.4±2.4	36.4±1.4
Subscapular skinfold (mm)	11.1±0.2	12.4±4.6	9.4±2.5	10.3±4.3	10.9±4.0	10.9±3.3	11.7±2.5	9.6±2.1
Tricipital skinfold (mm)	12.7±1.7	13.9±2.0	9.9±3.9	12.2±5.6	14.9±7.2	14.2±4.6	16.7±4.6	18.6±3.0
Bicipital skinfold (mm)	5.1±0.5	7±0.9	3.7±1.6	5.6±3.0	8.9±6.8	6.7±3.5	7.9±2.2	5.9±0.3
Ileocrestal skinfold (mm)	20±1.7	15.1±3.2	12.2±3.9	16.0±6.8	17.6±4.9	18.7±8.5	18.3±4.4	14.4±1.0
Supraespalinal skinfold (mm)	13±1.7	11.9±1.9	7.8±2.5	12.9±6.9	17.5±9.4	12.0±5.3	13.7±3.3	12.2±2.3
Abdominal skinfold (mm)	23.7±8.8	22.1±4.5	13.4±4.7	23.2±7.6	23.7±11.0	20.0±7.8	24.7±8.6	20.7±3.9
Anterior thigh skinfold (mm)	15.1±1.9	19.2±7.9	13.0±4.9	16.4±6.2	28.9±4.7	25.6±6.9	24.9±4.9	26.8±3.3
Leg skinfold (mm)	10.2±2.8	12.1±4.5	7.4±2.0	8.0±4.1	16.0±5.3	12.5±8.5	15.2±7.8	16.5±2.0
Femur diameter (cm)	10.1±0.1	10.3±0.7	10.3±0.3	10.3±0.2	9.3±0.3	8.5±0.7	9.2±0.3	9.4±0.1
Wrist diameter (cm)	6.1±0.2	6.1±0.6	6.2±0.2	6.1±0.1	5.4±0.2	4.9±0.1	5.3±0.1	5.2±0.1
Endomorphy	3.6±0.1	3.5±0.4	2.4±0.9	3.1±1.4	4.3±1.7	3.7±1.4	4.1±0.9	3.9±0.4
Mesomorphy	5.5±0.5	3.8±2.0	3.5±0.4	4.2±1.1	3.6±0.6	2.2±0.9	2.4±0.9	2.3±0.1
Ectomorphy	1.0±0.1	2.2±1.6	3.6±0.8	2.7±1.1	1.5±1.0	2.9±1.5	2.8±0.6	3.3±0.2
Muscle mass (%)	36.3	39.4	43.6	41.5	36.7	37.1	37.7	36.7
Bone mass (%)	15	15.8	17.7	15.9	14.9	14.8	15.7	16.0
Fat mass (%)	17.7	23.7	12.2	17.0	21.6	19.0	20.7	19.0
Residual mass (%)	22.6	23.7	26.5	25.6	26.7	29.1	25.8	28.3

Figure 1. Somatochart in male basketball players by position.

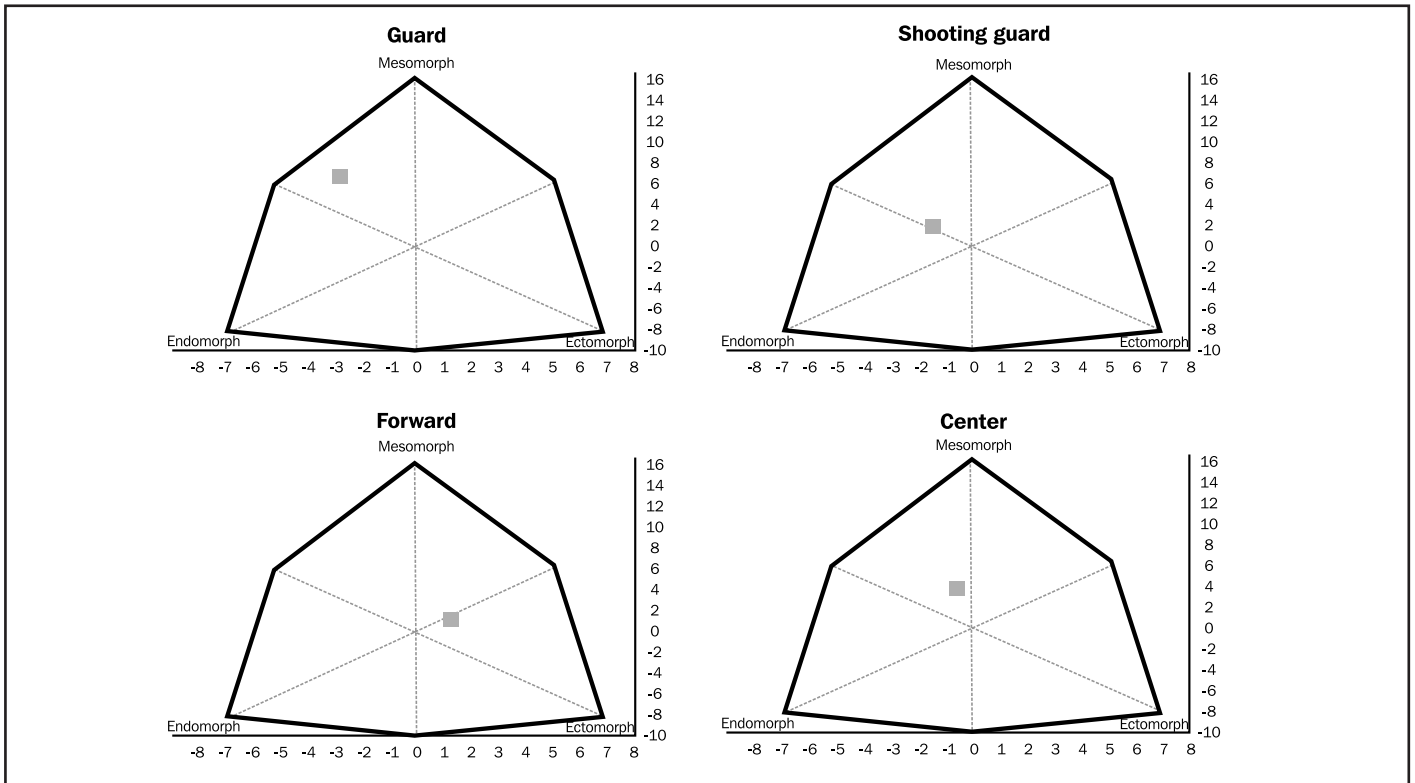


Figure 2. Somatochart in female basketball players by position.

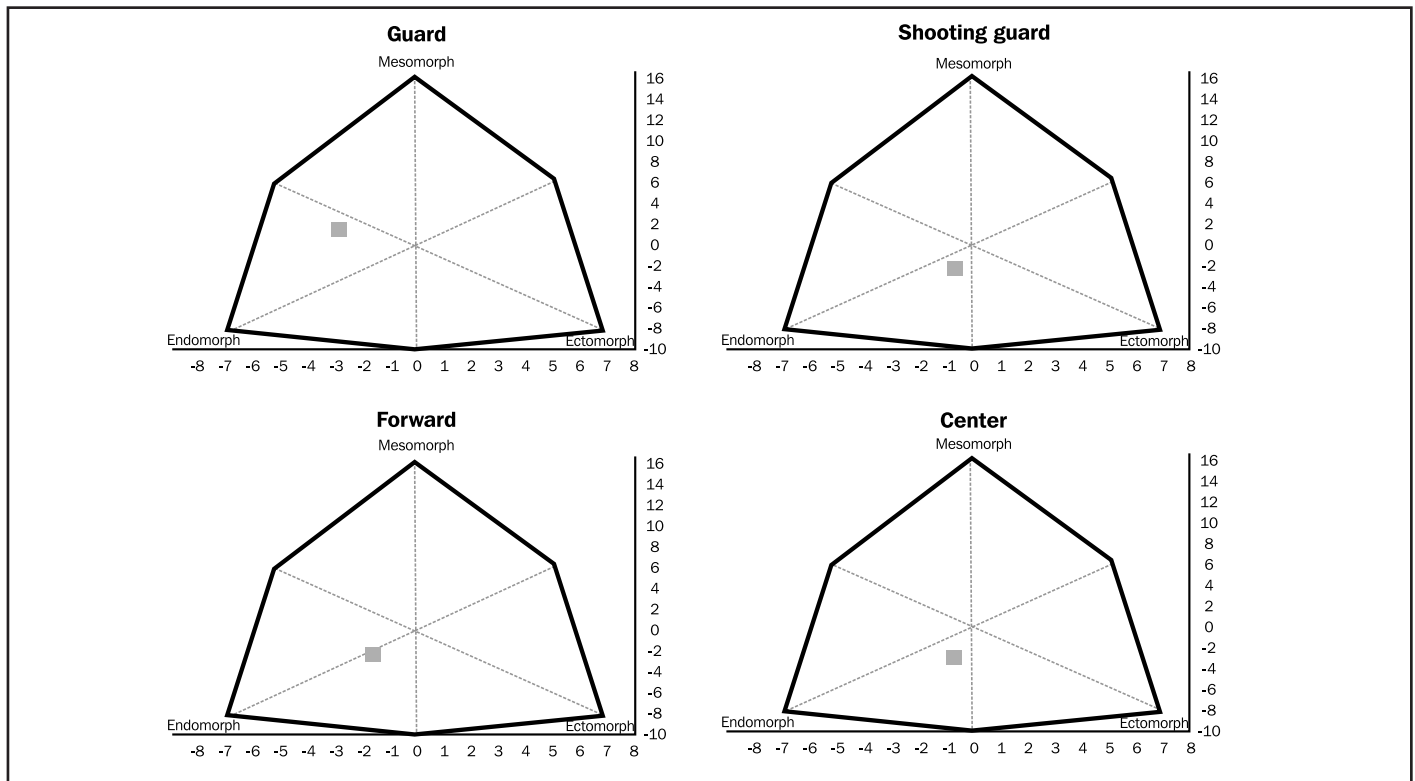


Table 3. Macronutrients and micronutrients intake obtained by 24-hours recall and percentage of the dietary recommended intake.

	Male players			Female players		
	Medium	SD	DRI percentage	Medium	SD	DRI percentage
Energy (kcal)	2313.8	380.0	73.8	1973.9	612.7	82.3
Protein (gr)	122.8	27.5	76.4	99.2	30.3	78.8
Folic acid (µg)	354.3	173.7	88.6	297.4	120.2	74.4
Monounsaturated fatty acids (gr)	43.1	9.8	168.9	41.6	14.4	190.1
Polyunsaturated fatty acids (gr)	12.1	0.7	47.0	14.3	11.4	59.6
Saturated fatty acids (gr)	27.6	8.6	133.6	24.7	12.3	138.1
Calcium (mg)	864.8	289.7	78.1	781.1	248.7	64.0
Cinc (mg)	12.4	4.1	83.0	10.1	3.4	84.2
Fiber (gr)	29.8	11.1	99.4	21.5	8.7	71.7
Phosphore (mg)	1752.7	496.5	203.5	1382.8	408.4	186.8
Carbohydrates (gr)	249.2	55.1	55.7	193.8	69.1	56.8
Iron (mg)	16.3	6.1	151.2	12.7	4.1	84.9
Fats (gr)	90.4	19.9		88.7	39.5	
Magnesium (mg)	395.0	142.2	98.7	295.0	96.0	83.6
Niacine (mg)	37.3	14.4	201.9	24.0	9.5	160.0
Potasium (mg)	3733.7	966.5	124.4	3105.3	997.2	103.5
Sodium (mg)	3032.2	950.3	202.1	1981.0	795.6	132.1
Vitamine A (µg)	852.9	414.1	85.3	784.5	552.6	98.1
Vitamine B1 (mg)	2.0	0.9	165.7	1.5	0.9	140.2
Vitamine B12 (µg)	8.7	4.0	361.3	6.6	5.0	273.9
Vitamine B2 (mg)	2.1	1.0	126.5	1.9	0.6	152.3
Vitamine B6 (mg)	3.0	1.1	199.2	2.1	0.9	160.0
Vitamine C (mg)	111.0	65.9	185.1	114.2	65.1	190.3
Vitamine D (µg)	3.4	3.0	68.3	1.7	1.2	33.1
Vitamine E (µg)	11.0	0.6	109.64	10.5	4.6	130.7

Figure 3. Macronutrients distribution of male basketball players.

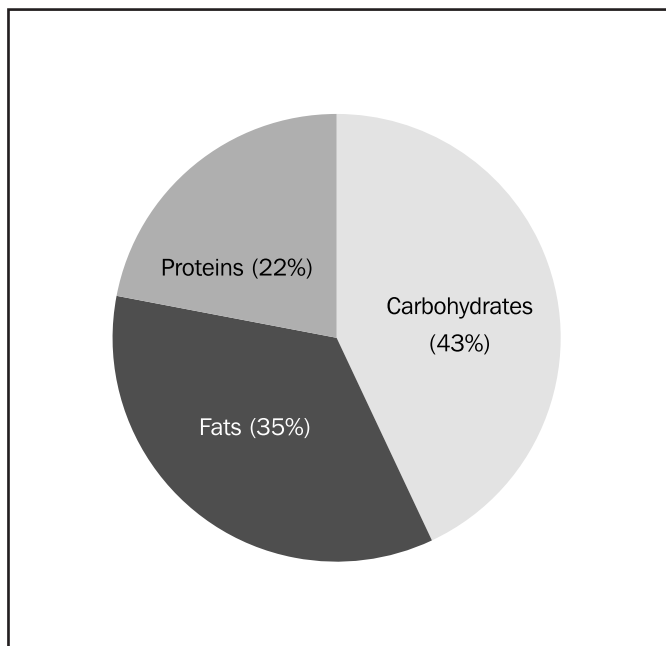


Figure 4. Macronutrients distribution of female basketball players.

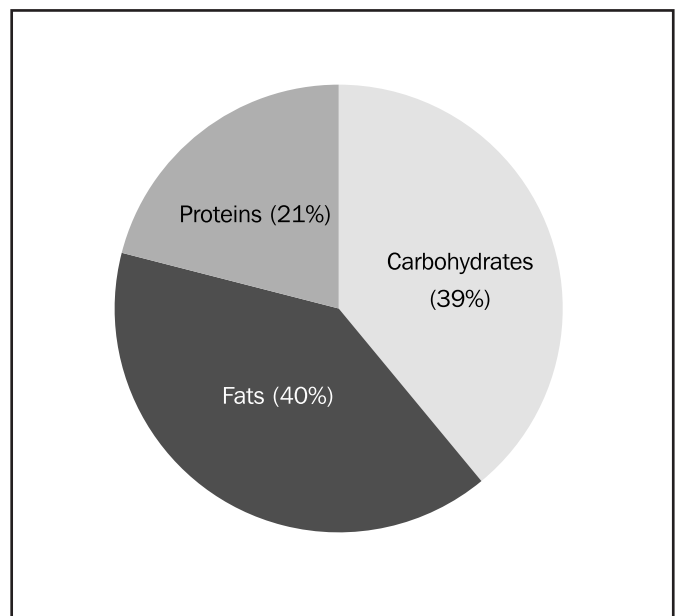


Table 4. Percentage of basketball players who meet the dietary recommended intake.

	% Dietary recommended intake	Male	Female
Energy	<100	82.4	92.9
	≥100	17.6	7.1
Protein	<100	82.4	71.4
	≥100	17.6	28.6
Carbohydrates	<100	100.0	92.9
	≥100	0	7.1
Folic acid	<100	76.5	86.7
	≥100	23.5	13.3
Calcium	<100	82.4	86.7
	≥100	17.6	13.3
Cinc	<100	76.5	80.0
	≥100	23.5	20.0
Fiber	<100	52.9	86.7
	≥100	47.1	13.3
Phosphore	<100	0	6.7
	≥100	100	93.3
Iron	<100	11.8	66.7
	≥100	88.2	33.3
Magnesium	<100	64.7	73.3
	≥100	35.3	26.7
Niacine	<100	5.9	6.7
	≥100	94.1	93.3
Vitamine A	<100	82.4	60.0
	≥100	17.6	40.0
Vitamine B1	<100	11.8	26.7
	≥100	88.2	73.3
Vitamine B12	<100	5.9	20.0
	≥100	94.1	80.0
Vitamine B2	<100	41.2	6.7
	≥100	58.8	93.3
Vitamine B6	<100	5.9	13.3
	≥100	94.1	86.7
Vitamine C	<100	29.4	26.7
	≥100	70.6	73.3
Vitamine D	<100	76.5	100.0
	≥100	23.5	0
Vitamine E	<100	41.2	40.0
	≥100	58.8	60.0

Table 5. Basketball player’s liquid intake during training time.

	Male players	Female players
Water	76.5%	93.3%
Sweet drinks	5.9%	0
Isotonic drinks	17.6%	6.7%

Dietary habits

There were found significant statistically ($p < 0.05$) differences between trainings session duration and the fluid intake during the training session. Liquid water was consumed by the 83.3% of player, while the 13.3% consume isotonic drinks and 3.3% of them drink sweetened drinks

during the training session. The hydration behavior during the training session can be seen in Table 5. Only 5.9% of men and 6.7% of women did not drink any liquid during the training session, which duration was 107.6 ± 15.2 minutes for male players and 114.0 ± 12.4 minutes for female players.

Statistically analysis

Medium and standard deviation were calculated of all quantitative variables and percentages were calculated for qualitative variables.

All anthropometric parameters follow normality and homoscedasticity criteria, so the ANOVA test was used in order to study the significant differences of basketball players by sex and according to their court position

In the analysis of nutrient intake by sex, the percentage of iron consumed not follow the normality criteria so the statistical Mann-Whitney *U* test was used. In the other side, the percentage of fiber follows the normality and homoscedasticity criteria so the Student’s *t*-test was used to calculate their signification level. Similarly, the Mann-Whitney *U* test was used to calculate the level of significance between fluid intake and workout time because they did not follow normality and homoscedasticity criteria.

Discussion

The success in collective sports depends on numerous external and internal factors, among which the anthropological characteristics of the players are of special interest. In addition, one of the main components of these anthropological characteristics is, without a doubt, the anthropometric characteristics, object of long-term studies by sports scientists¹⁴.

The anthropometric study of athletes is an instrument used for the functional characterization of athletes¹⁵.

In basketball the most common is ecto-mesomorph somatotype. It is a very homogeneous somatotype, and has little tendency to endomorphy⁸. In the study population the results are variables by sex and position. The average somatotype in male guards and centers were endo-mesomorph, in male shooting guards had a mesomorph-ectomorph somatotype and male forwards had a mesomorph-ectomorph somatotype so anyone of these group of basketball players. Comparing each position with the somatotype reference values in elite sports¹⁶ there are some differences. Most common somatotype in male guards is 2.4 – 5 – 3 and in this study population were 3.6 – 5.5 – 1.0 so the endomorphic and mesomorphic components are above the mean values while ectomorphic component is under the mean value for guards. The same happens in shooting guards where most common somatotype is 2.1 – 4.4 – 3.5 and the somatotype in this group of basketball players were 3.5 – 3.8 – 2.2 so can be observed again how ectomorphic and mesomorphic component is under recommendation and endomorphic component is above recommendation. In elite forwards basketball players, the most common somatotype are 2.2 – 4.7 - 3.3 and in that study population the somatotype values were 2.4 – 3.5 – 3.6 where endomorphic and ectomorphic component were really similar to elite standards but mesomorphic compound is under recommended values. For elite centers the recommended somatotype values are 2.8 – 3.9 – 3.7

and the values of these study centers were 3.1 - 4.2 - 2.7, so as can be endomorphic and mesomorphic values are really similar to recommendation but again ectomorphic value is under recommendation. These variations could be caused by the fact that the study population are not elite basketball players. In the case of female basketball players, there isn't as much data in elite sport to compare the somatotype by position, but in general terms female basketball players presents great heterogeneity and tendency toward the meso-endomorphy⁸. There is a study which compares female elite basketball players somatotype and the findings of this study show that guards are more mesomorphic than centres and less ectomorphic than both forwards and centers¹⁷. The same happens in this study population where guards were the most mesomorphic and less ectomorphic comparing every court position which can be generate competitive advantages for this female guards group. In our study population that heterogeneity also can be seen where the most common somatotype in female guards were the meso-endomorphy too but this somatotype changed in the other positions, shooting guards and centers had an ecto-endomorph somatotype and female forwards had a balanced-endomorph somatotype.

Height affects both men and women, but more decisive in females. There are variables that provide competitive advantages. Some of the most significant differences in men are: femur biepicondylar diameter and mesomorphy; and women: height, percentage of fat, endomorphy and mesomorphy⁸. Based on this, in the guards male players studied there are a smaller femur diameter than the other positions, but mesomorphy is bigger than any other player position. Meanwhile female centers studies had more height than any other player position however were female guards who had more fat percentage, endomorphy and mesomorphy than any other court position.

Fat mass index could be a competitive advantage in female basketball players⁸. However, there are studies that recommend an optimal fat percentage in basketball players of about 6-12% in men and 10-16% in women¹⁸. According to this information all basketball players in this study had more fat than the recommendation, so that excess fat wouldn't be a competitive advantage in women. Only male forwards with a 12.2% of fat are closer to the upper interval of the recommendation, so a smaller percentage of fat could improve the player performance.

The recommended amount of macronutrient intakes varies between some authors. Carbohydrates are important to restore glycogen levels and improve physical performance, according to Burke the recommended amount is between 5-7g·kg⁻¹·day (Burke). In the study population the average amount of carbohydrates intake was 2.8±0.8 g·kg⁻¹·day in men and 2.8±1.1g·kg⁻¹·day in women. This means that almost the whole population had an intake below the recommendations which can affect in their glycogen recover after exercise and might not be sufficient for a rapid recovery from training and competition, high intensity, intermittent activity typical for team sports can deplete muscle glycogen stores by up to 72% in less than 10 minutes¹⁹. The fact that the 92.1% of these players didn't meet the carbohydrates requirement means that they should increase their carbohydrates intake until meeting the requirement using low glycemic index foods rich in fiber before exercise and high glycemic index foods poor in fiber after exercise for a quickly glycogen recover²⁰.

In the last years basketball is evolving to a game faster and more physique than before. Regarding the proteins, an adequate intake is essential to maintain the lean mass promoting the protein synthesis. The amount recommended varies by the nature of the effort, so in a physique game like basketball the protein intake should be 1.8g·kg⁻¹·day²¹. Proteins don't have an important energetic function during the physical activity but have a main role to have an optimal physical performance. In the sample size of the present study male and female basketball players protein intake were 1.4g·kg⁻¹·day which is less than recommendation for both groups and this is lower than that observed in Spanish elite basketball players (2.3g·kg⁻¹·day)²². In these training levels a protein deficit might produce a decreased capacity to generate the maximum strength power which can be traduced in less physical performance in the court²¹.

In respect of fats, it is important to know what the main sources of the diet is. Recommendations about saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids and monounsaturated fatty acids are 7-8% for SFA, 10% for PUFA and more than 10-15% for MUFA maintaining total fats in a 20%-35% interval²³. The male basketball players in this study had a fat intake of 35%, meanwhile female basketball players had a fat intake of 40% being above the recommended interval, having both groups an increased intake of saturated fatty acids instead of polyunsaturated fatty acids which are under the recommended percentage.

Related to micronutrient intake, in the assessment of vitamins intake it can be seen that vitamin A and D are below the recommended requirements for male and female basketball players according to Spanish recommendations²⁴. On the other hand, the mineral intake assessment shows that minerals such as folic acid, calcium, zinc and magnesium are below recommendations for both groups and female players have a specific deficit in iron.

Almost any of these players met the carbohydrates recommendations, in terms of improving their performance male and female basketball players should meet the recommendation eating sources of non-processed carbohydrates like whole grains, fruits and vegetables in order to meet the fiber recommendation especially in female players who presents a bigger deficit. In order to meet the protein requirements for basketball male and female player should eat more lean meats, sea food and eggs which are sources with a high protein and low saturated fat contain. Saturated fats which can be found in fatty meats, full fat dairies and processed foods that contain these fats should be reduced instead polyunsaturated fats sources like fatty fishes, seed oils and nuts.

Micronutrients as vitamins and minerals play an important role in some metabolic pathways (energy production, hemoglobin synthesis, maintenance of healthy bones, immunology function, protection against oxidative stress, etc.)²³. Liposoluble vitamins like vitamin A and D can be stored in the adipose tissue. Vitamin A has an important role in the immune function maintaining the epithelial cell functions. In this study population it is observed a deficit for male and female players. In the scientific literature there are only a small percentage of athletes with an inadequate intake of vitamin A and there is no evidence that these athletes have biochemical deficiencies. In terms of performance, whether β-carotene provide any ergogenic effect is yet to be determi-

ned¹¹. An inadequate intake of vitamin D is observed for both groups. When cutaneous endogenous production is limited like happens in indoor sport like basketball, diet is the main source of vitamin D. Fatty fish is the main source of dietary vitamin D, so if the basketball player dislikes fatty fish or consume only a limited amount of it, vitamin D supplementation could be required to avoid deficits. The consumption in male players of this study were $3.4 \pm 3.0 \mu\text{g}$ which is similar to the results of Bescós and Guisado in a study with Spanish professional basketball players where the dietary vitamin D intake were $3.5 \pm 1.9 \mu\text{g}$ ²⁵. In the other hand, water-soluble vitamins cannot be stored so there is necessary to intake them daily. In our study population, Folic acid is the only one water-soluble vitamin under recommendations. A deficiency of folate causes abnormal cell replication in the erythropoietic system which could cause megaloblastic anemia. There are limited data about physiological benefits of folate supplementation in order to improve physical performance¹¹.

Calcium is involved in a several number of physiological processes of the energy metabolism and muscular contraction. It also enhances the absorption of vitamin D²⁵ and magnesium. That magnesium could have an important role in strength performance specially when there is an inadequate intake²⁶ however these effects in performance does not happen when magnesium status is normal. In our sample size male and female player had an intake under recommendations of calcium and magnesium with coincide with other studies in team sports athletes²⁵. In addition, there is observed a zinc deficit for male and female players. Physical activity reduces the levels of serum zinc which can produce a lower physical performance²⁷. Some studies have found iron depletion and anemia in elite basketball players²⁸. Female players in this study had a low iron intake with a 84.9% of the DRI's and this deficit could be greater when these female players have the iron menstruation losses²⁹. Iron deficiency without anemia impairs work performance promoting skeletal muscle fatigue¹¹ so iron repletion will decrease fatigue improving overall vitality and performance²⁸.

An adequate hydration status is fundamental in order to do a physical activity which guarantees an optimal health and physical performance. An exogenous amount of glucose can decrease the consumption of muscular glycogen during the physical activity and the addition of sodium and potassium amounts can maintain an adequate hydration status avoiding the hyponatremia. In general terms, during a high intensity physical activity it is recommended an isotonic drink consuming 150-200 ml every 15-20 minutes³⁰. In this study population the most consumed drink during exercise was water in a 76.5% of male players and 93.3% of female players. Categorizing basketball as a high intensity physical activity and viewing that the exercise duration is near 120 minutes an isotonic drink it is necessary to better maintain skill and sprint performance than when ingesting water alone³¹.

In summary, anthropometric measurement of a group of male and female basketball players of the National Spanish Basketball League was characterized by an excess of fat mass in both groups except for male forwards, so that high percentage could cause worse physical performance. The average somatotype in male guards and centers were endomesomorph, in male shooting guards were mesomorph-endomorph and male forwards were mesomorph-ectomorph which differs of the homogenous ecto-mesomorph somatotype for male players described

previously. In the case of female players, the heterogeneity of their somatotype was shown in the present study.

Dietary intake was characterized by a high fat consumption. Saturated fat intakes were higher than recommended for a healthy diet and polyunsaturated were above recommendations. Hypovitaminosis and hypomineralosis were found in almost all micronutrients studied, moreover the main fluid intake during the long high intensity training comes to water instead of isotonic drinks, which can result in a worse performance. These results indicate that a more professional advice, ideally by sport nutritionists, would be necessary to improve dietary habits and drinking patterns of male and female basketball players.

Conflict of interest

The authors do not declare a conflict of interest.

Bibliography

1. Paredes CA, Pérez-Rodríguez M. Estrategia para la selección de talentos en el baloncesto, categoría liga cantonal de milagro. *Revista Científica Olimpia*. 2019;16:1-12.
2. Alacid F, Mayor JM, López-Miñarro PA. Perfil antropométrico del canoísta joven de aguas tranquilas. *Int J Morphol*. 2011;29:835-40.
3. Guillén L, Ayuso J, Norte-Navarro A, Cejuela R, Cabañas MD, Martínez-Sanz JM. Composición corporal y somatotipo en triatletas universitarios. *Nutr Hosp*. 2015;32:799-807.
4. Chena M, Pérez-López A, Álvarez I, Bores A, Ramos-Campo DJ, Rubio-Arias JA. Influencia de la composición corporal sobre el rendimiento en salto vertical dependiendo de la categoría de la formación y la demarcación en futbolistas. *Nutr Hosp*. 2015;32:299-307.
5. Mangine GT, Hoffman JR, Frafala MS, Vazquez J, Krause MC, Gillett J. Effect of age on anthropometric and physical performance measures in professional baseball players. *Journal Strength Cond. Research*. 2015;27:375-81.
6. Amador M, Mermelo M. Métodos para evaluar la composición corporal en humanos. Coordinación Académica Faces. Caracas: UCV; 2013.
7. García-Gil M, Torres-Unda J, Esain I, Duñabeitia I, Gil SM, Gil J, Irazusta J. Anthropometric parameters, age, and agility as performance predictors in elite female basketball players. *J Strength Cond. Res*. 2018;32:172-330.
8. Herrero de Lucas A, Esparza-Ros F, Cabañas-Armas MD. Características antropométricas de los deportes olímpicos de verano. En: Cabañas MD, Esparza F. Editores. *Compendio de Cineantropometría*. Madrid: CTO; 2009; 295-8.
9. Holway FE, Spriet LL. Sport-specific nutrition: practical strategies for team sports. *J Sports Sci*. 2011;29:115-25.
10. Antonio J, Kalman D, Stout J, Greenwood M, Willoughby D, Haff G. *Essentials of sports nutrition and supplements*. New Jersey: Humana Press; 2008;38.
11. Lukaski HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition*. 2004;20:632-44.
12. Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, Cooke M, Earnest CP, Greenwood M, Kalman DS, Kerksick CM, Kleiner SM, Leutholtz B, Lopez H, Lowery LM, Mendel R, Smith A, Spano M, Wildman R, Willoughby DS, Ziegenfuss TN, Antonio J. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr*. 2010;7:7.
13. Mujika I, Burke LM. Nutrition in team sports. *Ann Nutr Metab*. 2010;57:26-35.
14. Pireva A. Anthropometric and body composition differences among elite kosovo basketball, handball and soccer players. *International Journal of Morphology*. 2019;37:1067-72.
15. Gajardo-Burgos R, Barria-Vargas C, Flández-Valderrama J, Avendaño-Chipón R, Barria-Pailaquilén RM, Monroy-Uarac M. Perfil antropométrico de basquetbolistas sub-14 chilenos. *International Journal of Morphology*. 2018;36:943-7.
16. Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropometría (ISAK). *Estándares internacionales para la valoración antropométrica*. Australia. 2001.
17. Carter JEL, Ackland TR, Kerr DA, Stapff AB. Somatotype and size of elite female basketball players. *J Sports Sci*. 2005;23:1057-63.
18. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona. Editorial Paidotribo; 2004.
19. MacDougall JD, Ward G, Sale D, Sutton J. Muscle glycogen repletion after highintensity, intermittent exercise. *J Appl Physiol*. 1977;42:129-32.

20. Burke L. *Nutrición en el deporte: un enfoque práctico*. Madrid. Médica panamericana; 2009.
21. Urdampilleta A, Vicente-Salar N, Martínez Sanz JM. Necesidades proteicas de los deportistas y pautas dietético-nutricionales para la ganancia de masa muscular. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2012;16:25-35.
22. Schröder H, Navarro E, Mora J, Seco J, Torregrosa JM, Tramullas A. Dietary habits and fluid intake of a group of elite spanish basketball players: a need for professional advice?. *Eur J Sport Sci*. 2004;4:1-15.
23. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sport Medicine: nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc*. 2009;109:509-27.
24. Ortega RM, Requejo AM, Navia B, López Sobaler AM. *Ingestas diarias recomendadas de energía y nutrientes para la población española*. Madrid. Universidad Complutense de Madrid; 2004.
25. Bescós R, Rodríguez Guisado FA. Low levels of vitamin D in professional basketball players after wintime: relationship with dietary intake of vitamin D and calcium. *Nutr Hosp*. 2011;26:945-51.
26. Santos DA, Matias CN, Monteiro CP, Silva AM, Rocha PM, Minderico CS, Bettencourt Sardinha L, Laires MJ. Magnesium intake is associated with strength performance in elite basketball, handball and volleyball players. *Magnes Res*. 2011;24:215-9.
27. Rico JI, Pérez-López M. La actividad física y el zinc: Una revisión. *Arch Med Deporte*. 2011;141:36-44.
28. Dubnov G, Constantini NW. Prevalence of iron depletion and anemia in top- level basketball players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2004;14:30-7.
29. Martínez-Sanz JM, Urdampilleta A, Mierlgo-Ayuso J. Necesidades energéticas, hídricas y nutricionales en el deporte. *Eur J Hum Mov*. 2013;30:37-52.
30. Urdampilleta A, Martínez-Sanz JM, Julia-Sánchez S, Álvarez-Herms, J. Protocolo de hidratación antes, durante y después de la actividad físico- deportiva. *Eur J Hum Mov*. 2013;31:57-76.
31. Ali A, Williams C, Nicholas CW, Foscett A. The influence of carbohydrate- electrolyte ingestion on soccer skill performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:1969-76.

Intervención educativa en futbolistas para la prevención de lesiones músculo esqueléticas

Jorge E. Moreno-Collazos¹, Harold F. Cruz- Bermúdez², Eva. Segura- Orti³, Iván D. Pinzón-Rios⁴

¹Programa de Fisioterapia. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Bogotá-Colombia. ²Enfermero. Especialista en Estadística aplicada. ³Departamento de Fisioterapia. Universidad CEU Cardenal Herrera. ⁴Fisioterapeuta. Especialista en Pedagogía Universitaria. Magister en Ciencias de la actividad Física y deporte.

Recibido: 02/02/2019

Resumen

Aceptado: 03/04/2020

Antecedentes: La educación en salud basada en intervenciones con nuevas tecnologías de la información y comunicación [TIC] son cada vez más utilizadas en la prevención primaria. La fisioterapia en el ámbito del deporte ha demostrado en los últimos años alcances de práctica basada en la evidencia desde sus intervenciones desde ámbito de la salud pública, clínico terapéutico en el esquema de la rehabilitación integral.

Objetivo: Comparar la eficacia de una intervención educativa de Fisioterapia en futbolistas, en modalidad presencial (conferencia) frente a una intervención mediada por las tecnologías de la información y comunicación [TIC], sobre el riesgo de lesión medido con el *Functional Movement Screen* [FMS].

Material y método: Se realizó un ensayo clínico aleatorio [ECA] la población estuvo conformada por 100 participantes distribuidos en dos grupos (TIC n=50) y (Conferencia n=50), con un promedio de edad de 18,2 vs 18,3 años para conferencia y TIC respectivamente. Para la recolección de la información se construyó un cuestionario de evaluación para auto diligenciamiento elaborado a partir de las consideraciones del equipo de ciencias del deporte (médico especialista en deporte, fisioterapeutas, nutricionistas, biomecánico del deporte, entrenadores deportivos, profesional del deporte) del club deportivo. Se establecieron un total de 17 ítems tipo preguntas distribuidas en siete categorías de conocimientos sobre la prevención de lesiones, que debía de abordar el plan de educación para la salud desde Fisioterapia.

Resultados: Al realizarse la prueba de T para puntaje de FMS aplicado en relación al grupo de conferencia vs TIC se encontró una significancia bilateral $p < 0,001$ donde concluye que efectivamente la metodología TIC en relación al aumento de la puntuación en el FMS promedio tras la intervención fue mayor en la metodología que implementó las TIC.

Conclusión: Una intervención educativa en fisioterapia basada en las Tecnologías de Información y Comunicación es más eficaz que una intervención en conferencia (presencial) para aumentar la puntuación en el cuestionario de conocimientos para la prevención de lesiones deportivas en el fútbol.

Palabras clave:

Actividad física.
Especialidad de terapia física.
Salud pública. Fútbol (DeCS).

Educational intervention in footballers for the prevention of musculoskeletal injuries

Summary

Introduction: Health education based on interventions with new information and communication technologies are increasingly used in primary prevention. Physiotherapy in the field of sport has demonstrated in recent years scopes of evidence-based practice since its interventions from the field of public health, therapeutic clinical in the scheme of integral rehabilitation.

Aim: To compare the effectiveness of an educational physiotherapy intervention in soccer players, in face-to-face mode (conference) versus an intervention mediated by the technologies of the information and communication [TIC], on the risk of injury measured with the Functional Movement Screen [FMS].

Material and method: A randomized clinical trial (RCT) was carried out. The population consisted of 100 participants divided into two groups (TIC n = 50) and (Conference n = 50), with an average age of 18.2 vs 18.3 years for a conference and TIC respectively.

For the collection of information, an evaluation questionnaire for self-completion was developed based on the considerations of the sports science team (sports specialist, physiotherapists, nutritionists, sports biomechanics, sports trainers, sports professional) of the club sports. A total of 17 question-type items were distributed in seven categories of knowledge about injury prevention, which should be addressed by the health education plan from Physiotherapy.

Results: A T test was performed for the FMS score applied in relation to the conference group vs. TIC, a bilateral significance was found $p < 0.001$, which concluded that the TIC methodology in relation to the increase in the score in the average FMS after the intervention was higher in the methodology that implemented TIC.

Conclusions: An educational intervention in physiotherapy based on Information and Communication Technologies is more effective than a conference intervention (in person) to increase the score in the knowledge questionnaire for the prevention of sports injuries in football.

Key words:

Physical activity. Physical therapy
specialty. Public health.
Soccer (MeSH).

Correspondencia: Jorge E. Moreno-Collazos

E-mail: jemoreno1@fucsalud.edu.co

Introducción

El modelo para la investigación de la prevención de lesiones deportivas sigue un proceso conceptual descrito por Van Mechelen¹. Este modelo contiene cuatro pasos: 1. Determina la incidencia de la lesión, 2. Determina el mecanismo de prevención de la lesión, 3. El diseño y la implementación de las intervenciones, y finalmente, 4. Reevaluación de la incidencia de lesiones.

En la práctica, un gran grupo de deportistas o equipos se asignan al azar o bien un grupo de control o un grupo de intervención, y se registran las lesiones durante una temporada completa.

En la década de 1980, Ekstrand *et al.*,²⁻⁴ publicó los resultados de los ensayos de prevención de lesiones primero en el fútbol profesional. No fue sino hasta mediados y finales de 1990 donde los ensayos de prevención se llevaron a cabo en una amplia escala. Estos ensayos fueron de dos tipos: los ensayos para prevenir una lesión específica o los diseñados para prevenir un mayor espectro de lesiones. El esguince de tobillo ha sido una de las lesiones más comunes en el deporte, un número de estudios han sido publicados cuyo objetivo fue reducir la incidencia de la frecuencia de esta patología en el campo deportivo⁵⁻¹⁵. El objetivo de otros proyectos era prevenir otras lesiones comunes, como las lesiones del tendón¹⁶, distensiones de los isquiotibiales¹⁷⁻²¹, distensiones inguinales^{22,23}, y esguinces de rodilla - el ligamento cruzado anterior en particular²⁴⁻³⁰ sin tener un alcance en la educación en salud de los participantes de los programas de prevención de las lesiones en el deporte.

Material y método

Se realizó un estudio con dos grupos tipo ensayo clínico aleatorio [ECA] para evaluar la eficacia de una intervención educativa de Fisioterapia presencial (conferencia) comparada con una intervención educativa mediada por las Tecnologías de información y comunicación [TIC] para aumentar el conocimiento acerca de las lesiones músculo esqueléticas de la práctica del fútbol dentro de un programa de prevención primaria en fisioterapia.

Este proyecto fue registrado en el *Clinical Trials Register* (<https://clinicaltrials.gov/>)³¹.

Muestra

Futbolistas del grupo de deportistas de las selecciones sub 20 del equipo de profesional de la liga de fútbol que cumplieran con criterios como ser deportistas mayores de 18 años de edad que pertenecían a ligas profesionales, con edad deportiva previa superior a los tres años, con examen de ingreso por el equipo interdisciplinario de la condición física previa o inicial del club deportivo, residentes en Bogotá o municipios de Cundinamarca. Todos los participantes colaboraron de forma voluntaria y firmaron un documento de consentimiento informado cumpliendo las normas éticas del Comité de Investigación y de la Declaración de Helsinki.

Instrumentos o escalas utilizadas

Para la recolección de la información se construyó un cuestionario de evaluación para auto diligenciamiento elaborado a partir de las con-

sideraciones del equipo de ciencias del deporte (médico especialista en deporte, fisioterapeutas, nutricionistas, biomecánico del deporte, entrenadores deportivos, profesional del deporte) del club deportivo. Se establecieron un total de 17 ítems tipo preguntas distribuidas en siete categorías de conocimientos sobre la prevención de lesiones, que debía de abordar el plan de educación para la salud desde Fisioterapia. Se calculó la puntuación de la siguiente manera: cada pregunta contestada correctamente con opción de SI y NO tuvo un punto, se realizó la suma de las preguntas correctas y se dividió por el total, para el cálculo de la puntuación se utilizó una regla de tres y así la puntuación se convirtió a una escala de 0 a 100.

Con el fin de validar los datos recolectados por el cuestionario se realizó una prueba piloto con 20 sujetos, que completaron el cuestionario, y a partir de las opiniones de estos sujetos se realizaron los ajustes pertinentes en el cuestionario antes de la aplicación a los sujetos de estudio. Además, previamente al inicio del estudio y con el fin de obtener una mayor calidad en la información obtenida por el cuestionario, se sometió el instrumento a un proceso de validación de contenido por parte de 10 expertos en el área de fisioterapia, actividad física o deporte, todos con nivel mínimo de formación de máster, doctorado o post doctorado reconocida en el área de ciencias del deporte. Luego con el fin de establecer la fiabilidad y consistencia interna se aplicó el estadístico Alfa de Cronbach con un resultado de 0,80.

El cuestionario se aplicó en dos momentos con tres fisioterapeutas evaluadores ciegos a la intervención del estudio los cuales interactuaron antes de iniciar el programa educativo y al final del mismo con el fin de contar con información de comparación en cuanto al nivel de conocimientos frente a la prevención de lesiones deportivas en futbolistas. Para la valoración del riesgo de lesión se utilizó la batería de pruebas del *Functional Movement Screen*. Para la asignación del grupo de estudio se realizó con una tabla de números aleatorios, en el programa Excel 2010[®] de Microsoft. Se construyó un documento con las claves de aleatorización en el que se ordenaron los códigos numéricos de menor a mayor y al frente se colocó el grupo correspondiente a la asignación aleatoria que se hizo previamente.

Análisis estadístico

La información recolectada fue analizada en el paquete estadístico SPSS de IBM[®] Versión 19 [Chicago, USA]. El plan de análisis se realizó teniendo en cuenta los objetivos del ECA. Se consideró que los datos seguían una distribución normal dado que la muestra era mayor de 30. La estadística descriptiva para variables cuantitativas muestra media y desviación estándar, con sus respectivos intervalos de confianza del 95% [IC95%], y para las variables cualitativas frecuencias absolutas y relativas.

Resultados

La población de estudio estuvo conformada por 100 participantes distribuidos en dos grupos (TIC n=50) y (Conferencia n=50), con un promedio de edad de 18,24 vs 18,34 años para conferencia y TIC respectivamente, para la variable "edad deportiva" el promedio fue de 110,1 vs 106,8 meses deportivos para conferencia y TIC respectivamente; al aplicar la prueba para determinar la diferencia de los dos grupos se aplicó

Tabla 1. Comparación de variables cuantitativas frente a los grupos de intervención.

Variable		Media	D.E	IC 95% para la Diferencia		Valor P*
Edad (años)	Conferencia	18,2	0,5	-0,3	0,1	0,3
	TIC	18,3	0,5			
Edad deportiva (meses)	Conferencia	110,1	21,0	-2,5	9,3	0,2
	TIC	106,8	10,3			

*prueba t para muestras independientes significativa (<0,05); TIC: Tecnologías de la información y comunicación.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Estadístico alfa de Cronbach para instrumento de intervención en educación.

Alfa de Cronbach*	N de elementos	Casos
0,9	14	20

*> 0,8 (Nivel mínimo recomendado de Fiabilidad).

Fuente: Elaboración propia.

el estadístico T, encontrando que en ninguna de las comparaciones se encuentran diferencias estadísticamente significativas (valor P=0,37 Edad y 0,25 edad deportiva) (Tabla 1).

En relación a la validación de contenido del instrumento de conocimientos general de lesiones deportivas se obtuvo de 0,8, por lo cual se decidió aplicar en relación a la prevención de lesiones deportivas en fútbol.

En relación al análisis de fiabilidad mediante la medición de consistencia interna, se aplicó a 20 futbolistas por ítem encontrando una alfa de Cronbach global de 0,9+ (Tabla 2).

Prueba T para comparar las TIC y conferencia en relación a la puntuación de conocimientos

Al inicio del estudio el grupo conferencia obtuvo un promedio de 20,7 puntos frente a 26,1 para el grupo TIC, mientras que tras la intervención el grupo conferencia obtuvo 40,8 puntos y el grupo TIC 74,8 (Tabla 3).

En una representación gráfica de los dos momentos de medición se aprecia a nivel descriptivo que el cambio se produjo de forma más destacada en el grupo de intervención mediada por las TIC (Figura 1).

Se contrastó la hipótesis de que las puntuaciones promedio obtenidas con la metodología TIC son mayores que las obtenidas con la metodología de conferencia. Para probar esta hipótesis se desarrolló una Prueba T que comparó los resultados obtenidos después de las intervenciones (prueba T a una sola cola, significación bilateral de 0,05, alpha 10, para que en cada cola queden 0,05 y una confianza del 95% para contrastar la hipótesis nula). Se comprobó en primer lugar la Prueba de Levene y se verificó que cumplía el supuesto de Homocedasticidad (P= 0,22). No se realizó verificación de normalidad ya que se contó con muestras suficientemente grandes (n>30) como para asumirla.

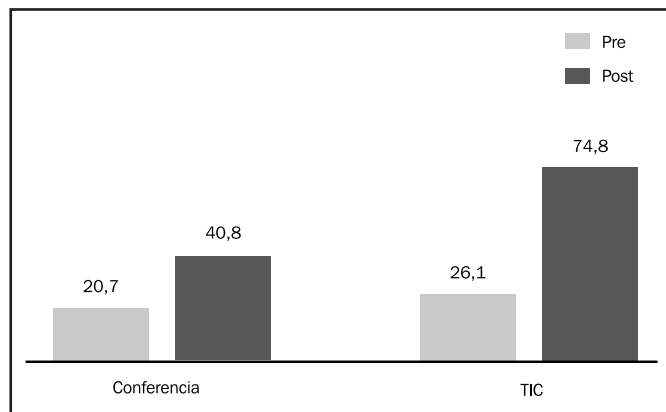
La tabla mostró una significancia bilateral con un valor de p <0,001 lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se puede concluir que efectivamente el desempeño promedio fue mayor en la metodología que implementó TIC (Tabla 4).

Tabla 3. Estadístico descriptivos para puntaje inicial vs final discriminado por grupo de intervención.

Puntaje	Tipo de Intervención	N	Media	D.E
Inicial	Conferencia	50	20,7	11,8
	TIC	50	26,1	9,8
Final	Conferencia	50	40,8	13,7
	TIC	50	74,8	17,7

TIC: Tecnologías de la información y comunicación.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Puntuación obtenida en los dos momentos de intervención: conferencia (presencial) vs TIC.

Prueba T para comparar la aplicación de FMS en los grupos TIC y conferencia

Los estadísticos descriptivos de la puntuación de la batería de pruebas FMS muestran una puntuación inicial para el grupo conferencia de 8,8 puntos y para el grupo TIC de 8,1 puntos. Respecto a los datos tras la intervención, el grupo conferencia presenta un valor promedio de 14,0 puntos y el grupo TIC de 17,4 (Tabla 5).

Para comprobar la significación estadística de este resultado se realizó una prueba de comparación de medias. Se contrastó la hipótesis de que las puntuaciones promedio obtenidas con la metodología TIC para la batería de pruebas FMS son mayores que las obtenidas con la metodología de conferencia. Para probar esta hipótesis se desarrolló una Prueba T que comparó los resultados obtenidos después de las intervenciones. Se comprobó en primer lugar la Prueba de Levene y se

Tabla 4. Resumen de prueba T para Puntaje Final Conferencia vs TIC.

		Prueba de muestras independientes						
Modelo Prueba T		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	Valor P	Diferencia de medias	90% Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior	
Puntaje inicial	Se han asumido varianzas iguales	0,5	0,4	-2,4	0,01	-5,41	-9,0	-1,7
Puntaje final	Se han asumido varianzas iguales	1,5	0,2	-10,6	0,00	-34,00	-39,2	-28,7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Estadístico descriptivos para puntaje inicial vs final FSM discriminado por grupo de intervención.

Puntaje	Tipo de Intervención	N	Media	D.E
Inicial	Conferencia	50	8,8	1,3
	TIC	50	8,1	1,1
Final	Conferencia	50	14,0	2,7
	TIC	50	17,4	1,2

TIC: Tecnologías de la información y comunicación.

Fuente: Elaboración propia.

verificó que no cumplía el supuesto de Homocedasticidad ($P < 0,01$). No se realizó verificación de normalidad ya que se contó con muestras suficientemente grandes ($n > 30$) como para asumirla.

Para la prueba de comparación de medias se tomó una confianza unilateral del 95% (significancia bilateral del 90%) para contrastar la hipótesis nula:

$$H_0 \text{ FSM: } \mu_{TICs} < \mu_{conferencias}$$

$$H_1 \text{ FSM: } \mu_{TICs} > \mu_{conferencias}$$

La tabla muestra una significancia bilateral $p < 0,001$ lo que significa que se rechaza la hipótesis nula y se puede concluir que efectivamente

Tabla 6. Resumen de prueba T para Puntaje de FMS aplicado en relación al grupo de Conferencia vs TIC

		Prueba de muestras independientes						
Modelo Prueba T		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias				
		F	Sig.	t	Valor P	Diferencia de medias	90% Intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior	
FMS (pre)	Se han asumido varianzas iguales	0,4	0,4	2,5	0,0	0,6	0,2	1,0
	No se han asumido varianzas iguales			2,5	0,0	0,6	0,2	1,0
FMS (post)	Se han asumido varianzas iguales	20,6	0,0	-8,0	0,0	-3,3	-4,0	-2,6
	No se han asumido varianzas iguales			20,6	0,0	-8,0	0,0	-3,3

Fuente: Elaboración propia.

el desempeño de la metodología TIC en relación al aumento de la puntuación en el FMS promedio tras la intervención fue mayor en la metodología que implementó TIC, a pesar de la diferencia entre los grupos en los valores pre intervención a favor del grupo conferencia (Tabla 6).

Discusión

Los resultados muestran que una intervención educativa de fisioterapia mediante las TIC es más eficaz para aumentar el conocimiento acerca de las lesiones músculo esqueléticas en futbolistas que una intervención presencial.

Estos resultados van en la misma línea de estudios previos que utilizaron las TIC para la educación en diversas poblaciones. Blachard *et al.*³² relata que los estudiantes jóvenes tienen una mayor adherencia a los programas de promoción de la salud que se realizan a través de las TIC y favorecen la accesibilidad a temas de la educación en salud. King *et al.*³³ utilizaron TICs para la educación en la prevención de lesiones deportivas en un grupo de estudiantes de Fisioterapia (10 hombres, 16 mujeres, edad media = 22,4 ± 3,6 años). Los investigadores compararon dos grupos: CD-ROM (n= 15) y conferencia (n=11) y analizaron las actitudes hacia la instrucción asistida por ordenador y la utilidad del programa de CD-ROM. Al revisar los resultados de la investigación se encontraron diferencias significativas (P = 0,05) entre los grupos en las puntuaciones obtenidas por los alumnos tanto en evaluaciones escritas como prácticas a favor del grupo CD-ROM. Zaremohzabieh *et al.*³⁴ señalan que las TIC son utilizadas por los jóvenes como parte integral de su vida cotidiana. Por otro lado, Moulin *et al.*³⁵ realizó un estudio acerca del impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la administración hospitalaria y el manejo de usuarios, y concluyó que facilitan la implementación en la práctica de las innovaciones que buscan proporcionar un alto nivel de calidad y promueven una educación continua eficaz.

En relación al resultado del FMS como predictor del riesgo de lesión deportiva en futbolistas y su relación con el cuestionario de conocimientos, en nuestro estudio el grupo TIC mostró una mejora significativamente mayor en la puntuación del FMS (14,0 vs. 17,4 puntos), junto con una mayor puntuación de conocimiento sobre la prevención de lesiones respecto al grupo conferencia (presencial). Solo el grupo TIC (17,4 ± 1,2 puntos), consiguió superar el umbral de 14 puntos en el FMS, señalado como el punto por debajo del cual existe aumento de riesgo de lesión³⁶, por lo que se demuestra que la intervención más efectiva para disminuir dicho riesgo fue la de las TIC.

Estos resultados van en línea con lo señalado en la literatura, ya que se aprecia relación entre nivel de autoconocimiento y la incidencia de las lesiones deportivas en el terreno de juego³⁷.

Doyscher *et al.*³⁸ consideran que la prueba de FMS presenta una fiabilidad moderada. En circunstancias ideales la distribución de los datos del test debería ser normal, y la puntuación total FMS debería ser estable. Sin embargo, un requisito previo importante para estas conclusiones sería la distribución normal de los datos y una estructura factorial clara, lo que indicaría un constructo subyacente. Posibles causas que explican la baja³⁹⁻⁴¹. Se encontró que, a mayor experiencia en la valoración por parte de los evaluadores, mayor objetividad y fiabilidad comparado con evaluadores inexpertos. En nuestro estudio los evaluadores tienen formación y experiencia en la utilización de esta batería de pruebas.

Sin embargo, una revisión sistemática con meta-análisis del 2017 que revisó 24 publicaciones que aplicaron esta herramienta de evaluación, reportó evidencia moderada para recomendarla como una prueba de predicción de lesiones en el fútbol y para otras poblaciones (incluido el fútbol americano, los deportistas universitarios, el baloncesto, el hockey sobre hielo, la carrera, la policía y los bomberos), la evidencia fue limitada o conflictiva⁴².

El cuestionario sobre conocimientos para la prevención de lesiones deportivas en futbolistas obtuvo un índice de validez de contenido general de 0,8, por lo que demuestra que es un instrumento válido para explorar los conocimientos en relación a la prevención de lesiones deportivas en fútbol. En relación al análisis de fiabilidad mediante la medición de consistencia interna, se aplicó a 20 personas por ítem encontrando una alfa de Cronbach global de 0,9. Este valor es algo superior al obtenido en la validación de un cuestionario sobre características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo de 40 ítems organizados en cinco subescalas con un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,8⁴³.

Conclusión

Una intervención educativa en fisioterapia basada en las Tecnologías de Información y Comunicación es más eficaz que una intervención en conferencia (presencial) para aumentar la puntuación en el cuestionario de conocimientos para la prevención de lesiones deportivas en el fútbol.

La intervención educativa en fisioterapia basada en las Tecnologías de Información y Comunicación es más eficaz que una intervención en conferencia (presencial) para disminuir el riesgo de lesión medido mediante la batería de pruebas *Functional Movement Screen*.

Agradecimientos

A la Universidad Cardenal Herrera y a los entes representativos del fútbol en Colombia que hicieron posible los procesos inmersos en la investigación de la línea de Fisioterapia en el Deporte.

Financiación

Ninguna declarada por los autores.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

1. Van-Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med.* 1992;14:82-99.
2. Finch C. A new framework for research leading to sports injury prevention. *J Sci Med Sport.* 2006;9:3-9.
3. Mc Glashan AJ, Finch CF. The extent to which behavioral and social sciences theories and models are used in sport injury prevention research. *Sports Med.* 2010;40:841-58.
4. Verhagen EA, Van-Stralen MM, Van-Mechelen W. Behaviour, the key factor for sports injury prevention. *Sports Med.* 2010;40:899-906.
5. Goossens L, Cardon G, Witvrouw E, De-Clercq D. Efficacy of a physical education teacher education inherent injury prevention program. *Br J Sports Med.* 2014;48:600.

6. Bolling C, Barboza SD, Van-Mechelen W, Roeline H. How elite athletes, coaches, and physiotherapists perceive a sports injury. *Transl. Sports Med.* 2019;2:1723.
7. Van-Beijsterveldt AMC, Krist MR, Schmikli SL, Stubbe JH, De-Wit GA, Inklaar H, et al. Effectiveness and cost-effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: design of a cluster-randomised controlled trial. *Inj Prev.* 2011;17:1-5.
8. World confederation for physical therapy. What is physical therapy?. Disponible en: <http://www.wcpt.org/what-is-physical-therapy>.
9. Van-Mechelen W. Sports injury surveillance systems. 'One size fits all'? *Sports Med.* 1997;24:164-8.
10. Ekstrand J. The frequency of muscle tightness and injuries in soccer players. *Am J Sports Med.* 1982;10:75-8.
11. Schneiders AG, Davidsson A, Hörman E, Sullivan SJ. Functional movement screen normative values in a young, active population. *Int J Sports Phys Ther.* 2011;2:75-82.
12. O'Connor FG, Deuster PA, Davis J, Pappas CG, Knapik JJ. Functional movement screening: predicting injuries in officer candidates. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43:2224-30.
13. Li Y, Wang X, Chen X, Dai B. Exploratory factor analysis of the functional movement screen in elite athletes. *J Sports Sci.* 2015:1166.
14. Henley LD, Frank DM. Reporting ethical protections in physical therapy research. *Phys Ther.* 2006;86:499-509.
15. Fredberg U, Bolvig L, Andersen NT. Prophylactic training in asymptomatic soccer players with ultrasonographic abnormalities in achilles and patellar tendons: The danish super league study. *Am J Sports Med.* 2008;36:451-60.
16. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports.* 2008;18:40-8.
17. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13:244-50.
18. Brooks JH, Fuller CW, Kemp SP, Redding DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med.* 2006;34:1297-306.
19. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med.* 2008;36:1469-75.
20. Gabbe BJ, Branson R, Bennell KL. A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level australian football. *J Sci Med Sport.* 2006;9:103-9.
21. Holmich P, Larsen K, Krogsgaard K, Gluud C. Exercise program for prevention of groin pain in football players: a cluster randomized trial. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:814-21.
22. Tyler TF, Nicholas SJ, Campbell RJ, Donellan S, McHugh MP. The effectiveness of a preseason exercise program to prevent adductor muscle strains in professional ice hockey players. *Am J Sports Med.* 2002;30:680-3.
23. Caraffa A, Cerulli G, Progetti M, Aisa G, Rizzo A. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1996;4:19-21.
24. Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, Ryan GW, Silvers HJ, Griffin LY, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med.* 2008;36:1476-83.
25. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med.* 1999;27:699-706.
26. Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeberg R, Michaëlsson K, Byberg L. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Arch Int Med.* 2010;170:43-9.
27. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, et al. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2005;33:1003-10.
28. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjøberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of noncontact anterior cruciate ligament injuries in elite and adolescent female team handball athletes. *Inst Course Lect.* 2007;56:407-18.
29. Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, Grandstrand S, Bond L. Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:1769-74.
30. Kirkendall DT, Junge A, Dvorak J. Prevention of football injuries. *Asian J Sports Med.* 2010;1:81-92.
31. Boutron I, Moher D, Altman DG, Schulz KF, Ravaud P. Extending the consort statement to randomized trials of nonpharmacologic treatment: explanation and elaboration. *Ann Intern Med.* 2008;148:295-309.
32. Blanchard M, Metcalf A, Degney J, Herman H, Burns J. Rethinking the digital divide: findings from a study of marginalised young people's information communication technology use. *ACYS.* 2008;27:35.
33. King CD, Lawrence LA, MacKinnon GR. Using multimedia technology in jamaican athletic training education: A case-based learning approach. *IJLT.* 2014;4:40-49.
34. Zaremozhzabieh Z, Abu-Samah B, Omar SZ, Bolong J, Shaffril HAM. Youths' sustainable livelihood with information and communication technologies: toward an ICT for development quality model. *Am J Appl Sci.* 2014;11:947-58.
35. Moulin T, Retel O, Chavot D. The impact of information and communication technologies on hospital administration and patient management: The aides network for diagnosing and treating neurological emergencies. *Sante Publique.* 2003;15:191-200.
36. Ekstrand J, Healy JC, Waldén M, Lee JC, Inglés B, Hägglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med.* 2012;46:112-17.
37. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A, et al. The football association medical research programme: an audit of injuries in professional football-analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med.* 2004;38:36-41.
38. Doyscher R, Schütz E, Kraus K. Evidenz des functional movement screen im leistungssport—ein strukturierter review mit eigenen daten. *Sports orthopaedics and traumatology sport-orthopädie-Sport-Traumatologie.* 2016;32:4-13.
39. Kraus K, Doyscher R, Schüt E. Methodological item analysis of the functional movement screen. *Dtsch Z Sportmed.* 2015;66:263-8.
40. Teyhen DS, Shaffer SW, Lorenson CL, Halfpap JP, Donofry DF, Walker MJ, et al. The functional movement screen: a reliability study. *JOSPT.* 2012;42:530-40.
41. Garrison M, Westrick R, Johnson MR, Benenson J. Association between the functional movement screen and injury development in college athletes. *Int J Sports Phys Ther.* 2015;10:21-8.
42. Moran RW, Schneiders AG, Mason J, Sullivan SJ. Do functional movement screen composite scores predict subsequent injury? A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017;51:1661-9.
43. López S, Ismael J. Adaptación para futbolistas del cuestionario características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo. *CPD.* 2013;13:21-30.

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

Exercise associated hyponatremia in endurance sports: a review with practical recommendations

Volker Scheer^{1,2}, Beat Knechtle^{3,4}

¹Ultra Sports Science Foundation, Pierre-Benite, France. ²Health Science Department, Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA). Madrid, Spain. ³Medbase St. Gallen Am Vadianplatz, St. Gallen, Switzerland. ⁴Institute of Primary Care, University of Zurich. Zurich, Switzerland.

Recibido: 25/09/2019

Aceptado: 07/02/2020

Summary

Participation in endurance activities is popular and growing. Proper hydration is important for performance and to avoid medical complications. Overconsumption of fluids, in combination with inadequate secretion of the hormone arginine vasopressin can lead to exercise associated hyponatremia (EAH). These two factors are the main underlying mechanism for the development of EAH, leading to water retention and a dilutional hyponatremia. EAH is defined biochemically by serum sodium concentrations < 135 mol/L during or up to 24 hours after exercise. Athletes may be asymptomatic, or symptomatic, with mild cases presenting with non-specific symptoms and signs, such as nausea, vomiting or weight gain. Severe cases or cases of exercise associated hyponatremic encephalopathy (EAHE) may present with headaches, altered mental state, seizures or coma and represent a medical emergency. Treatment is warranted with intravenous hypertonic saline solution and can be lifesaving. Other risk factors include exercise duration over 4 hours, exercising in the heat or humid conditions, event inexperience, inadequate training, slow running pace, high or low body mass index (BMI) and free availability of fluids at races. Prevention can generally be achieved by adhering to appropriate hydration strategies, such as drinking to thirst. Education of athletes, coaches and medical personnel about EAH is important and may help reducing the incidence of EAH and prevent further fatalities.

Key words:

Hypertonic saline solution.
Cerebral oedema. Fluid.
Ultramarathon. Cycling.
Swimming. Triathlon.

Hiponatremia asociada al ejercicio en deporte de resistencia: revisión con recomendaciones prácticas

Resumen

La participación en actividades de resistencia se ha popularizado y está en continuo crecimiento. La hidratación adecuada es importante para el rendimiento y para impedir complicaciones médicas. El consumo excesivo de líquidos, en combinación con una secreción inadecuada de la hormona arginina vasopresina puede llevar a una hiponatremia asociada al ejercicio (EAH). Estos dos factores, son los mecanismos principales en el desarrollo de una EAH, mediante la retención de agua, resultando en una hiponatremia dilucional. La EAH se define bioquímicamente como la concentración de sodio sérico <135 mmol/L durante o dentro de 24 horas tras el ejercicio. Los atletas pueden estar asintomáticos o sintomáticos, presentado en casos leves síntomas inespecíficos como náuseas, vómitos o incremento de peso. En casos severos como es la encefalopatía hiponatrémica asociada al ejercicio (EAHE) pueden presentar cefaleas, alteración del nivel de conciencia, convulsiones incluso coma, lo que representa una emergencia médica. El tratamiento de elección es la administración de una solución salina hipertónica intravenosa que puede salvar la vida del paciente. Otros factores de riesgo para el desarrollo de EAH son la práctica de ejercicio de más de 4 horas, ejercicio en clima caluroso y/o húmedo, inexperiencia en el evento, entrenamiento inadecuado, correr a ritmo lento, índice de masa corporal alto o bajo y acceso libre a líquidos durante la carrera. La prevención es posible mediante la adherencia a una estrategia de hidratación apropiada como es beber según la sed (*drink to thirst*). La educación de los atletas, entrenadores y personal médico sobre el EAH es importante y puede contribuir a disminuir la incidencia de EAH y prevenir consecuencias fatales.

Palabras clave:

Solución salina hipertónica.
Edema cerebral. Fluidos. Ultramaratón.
Bicicleta. Natación. Triatlón.

Correspondencia: Volker Scheer
E-mail: volkerscheer@yahoo.com

Introduction

Participation in endurance sports has seen an important rise over the last twenty years, especially in activities such as running¹⁻⁵, but also in cross country skiing, triathlons, and cycling⁶⁻⁸.

Medical problems can be observed in endurance sports, but most are minor in nature⁹⁻¹¹, however serious medical problems also occur, such as cardiovascular issues, exertional heat illness, hypothermia, accidental falls or exercise associated hyponatremia (EAH)^{9,12,13}.

EAH is defined as a serum sodium concentration $[Na^+]$ below standard laboratory measurements of $< 135\text{mmol/L}$ either during or up to 24 hours after exercise¹³. The main mechanisms leading to EAH are overconsumption of fluids and inappropriate secretion of the hormone arginine vasopressin (AVP)¹³⁻¹⁶. The result is a positive fluid balance leading to a dilutional hyponatremia and EAH¹⁵⁻¹⁷. Symptoms can range from mild to severe and life threatening¹³. Mild symptoms are often non-specific and can generally be treated with fluid restriction or oral hypertonic saline^{13,15,18}. Severe EAH or exercise associated hyponatremia encephalopathy (EAHE) with cerebral oedema is a life-threatening condition and prompt treatment with intravenous hypertonic saline is necessary to avoid unfavourable outcomes and fatalities^{15,17,19,20}. Prevention, early recognition and appropriate treatment of EAH is important to reduce the burden of this illness^{15,16,21,22}.

We summarized the pertinent literature related to EAH in this educational review and give an overview of the definition, pathophysiology, history, incidence, risk factors, clinical signs and symptoms, diagnosis, treatment and prevention of EAH. Further we are giving practical advice and recommendations for athletes participating at endurance events, as well as for the medical staff caring for those athletes.

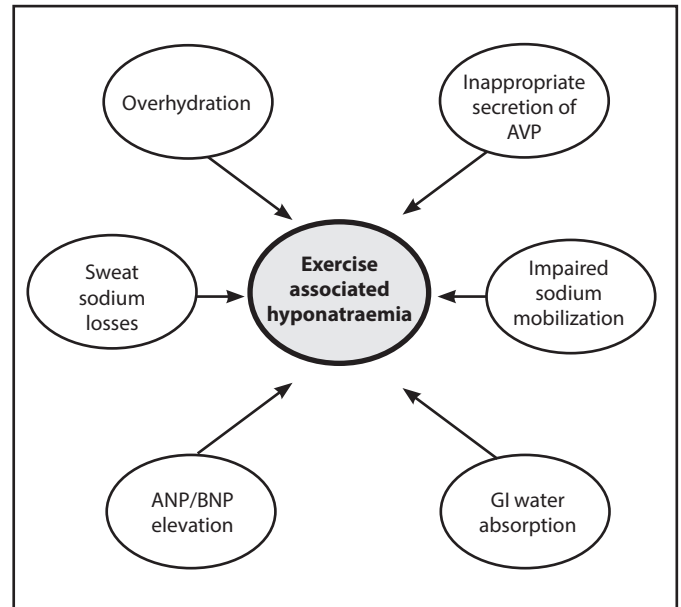
Definition

EAH is defined as a serum sodium concentration $[Na^+]$ below standard laboratory measurements of $< 135\text{mmol/L}$ either during or up to 24 hours after exercise^{13,15,20}. EAH can be classified as mild ($[Na^+]$ of 130-134 mmol/L), moderate ($[Na^+]$ of 125-129 mmol/L), or severe ($[Na^+]$ $< 125\text{mmol/L}$)^{13,15,20}. Clinically it may be asymptomatic or symptomatic with mild, moderate or severe clinical features^{13,23,24}. Clinical symptoms may not correspond to the severity in drop in serum sodium concentration but with the speed in which this decline occurs^{13,20}. Severe symptomatic EAH or EAHE can present as life-threatening medical emergency and prompt recognition and treatment is necessary to avoid fatalities^{13,21}. Severe cases can also lead to EAH with pulmonary oedema¹⁴.

Pathophysiology

There are several factors involved in the pathophysiology of EAH (Figure 1). The main underlying mechanisms are overconsumption of fluids and inappropriate secretion of the hormone arginine vasopressin (AVP)^{13,15}. Drinking beyond thirst and/or overconsumption of fluids beyond fluid losses during exercise (such as sweat, urine or insensible fluid losses) lead to a dilutional hyponatremia, resulting in a relative excess of body water in relation to the total content of exchangeable body sodium^{13,16}.

Figure 1. Pathophysiological mechanisms leading to exercise associated hyponatremia.



The two larger circles represent the main underlying cause. AVP=arginine vasopressin, ANP=atrial natriuretic peptide, BNP=brain natriuretic peptide, GI=gastro-intestinal.

Most symptomatic cases have been observed with overconsumption of fluids and weight gain or inadequate weight loss^{25,26} but symptomatic EAH has also been described with dehydration²⁷, although this is rare. The other main mechanisms is the inappropriate secretion of AVP or anti diuretic hormone (ADH)¹³. AVP is the main hormone regulating the water and fluid balance within the human body. The secretion of AVP is regulated through changes in plasma osmolality but can also be stimulated via non-osmotic stimuli such as stress, pain, nausea, vomiting, hypoglycaemia, heat, non-steroidal anti-inflammatory (NSAID) and IL6^{13,15,16}. These non-osmotic stimuli, often encountered in ultra-endurance events, lead to an inappropriate secretion of AVP and can further exacerbate fluid retention, and worsening symptoms of EAH^{13,15,16,28-30}.

There are a number of other contributing factors, which exacerbate the development of EAH, such as the rapid absorption of fluids from the gastro-intestinal tract after exercise cessation, through an increase in splanchnic blood flow¹⁵. Other factors that are less well investigated include the inability to mobilize the non-osmotic form of sodium which is bound to bone, skin and cartilage and the activation of the renin angiotensin aldosterone system with decrease in renal filtration and reduction in water excretion^{15,26,31} and sodium losses through sweat and urine through elevated levels of atrial natriuretic peptide (ANP) and brain natriuretic peptide (BNP)^{32,33}.

EAHE is a severe form of EAH with neurological affectation due increased intracranial pressure from cerebral oedema. This form is due to a low serum sodium concentration in the cerebral blood flow when extra cellular water follows an osmotic gradient into the intracellular compartment causing swelling or oedema. This can also occur in the lungs, leading to pulmonary oedema¹³.

Historical perspective

EAH was first described in 1981 by Tim Noakes³⁴ during the Comrades Marathon in South Africa. The first scientific publication in 1985 described four cases of endurance athletes with severe hyponatremia³⁵. Shortly afterwards further reports of EAH were published³⁶. Since then, a growing number of reports about EAH exists, including cases of fatalities^{14,15,17,19,25}. Interestingly, up to 1969, athletes were advised not to consume fluids during exercise and to avoid drinking altogether³⁷ and no cases of EAH were reported. This advice subsequently changed and between 1987-2007 the American College of Sports Medicine (ACSM) and the US Military advised to drink as much as tolerable during exercise, supported by the drink industry^{37,38}. This may have led to a rise in cases of EAH. The current advice is to drink to thirst, which not only provides an effective preventative strategy for EAH but also has positive effects on performance^{15,39-42}.

Incidence according to type of sports

EAH develops during exercise, with less than 1% of athletes having low pre-race sodium concentrations¹³. The incidence of EAH varies among sports with the highest numbers being reported in rowers, during a four week training camp⁴³. In running the incidence seems to increase with an increase in exercise duration^{14,44,45}. For example, no reports are available in half-marathon distance runners⁴⁶ whereas in marathon running, reports range from 0 to 22% with an average incidence of around 8%¹⁴. In ultra-endurance distances the average incidence in races below 100 km is <1%, in 100 km races < 3% and races with 100 miles distances this grows to over 20%¹⁴ with some races reporting incidences of up to 51%²⁴. In multi stage ultra-distance events the incidence goes up to 42%, however all of those athletes were asymptomatic²³.

Similarly, for triathlon, the incidence of EAH increases with increasing race distance. The incidence in Ironman triathlons has been reported to be around 20%⁴⁷ whereas in Triple Iron ultra-triathlon distance this goes up to 26%⁴⁸.

In long-distance open-water swimming, 36% of women and 8% of men showed biochemical signs of EAH⁴⁹. In road cycling and mountain biking, the incidence is generally lower ranging from no reported cases to 12%^{32,50-52}, but severe cases of EAH⁵³ and EAHE can occur²⁷. Incidence among rugby players has been reported to be 33% after a rugby match¹⁵.

Fatalities are rare but have been reported in runners, triathletes, canoeists, hikers, American football players, soldiers and the police^{14-16,54}.

Risk factors

The development of EAH is multifactorial and several risk factors have been described (Table 1). However, the main risk factor is overhydration¹³. Exercise duration over 4 hours, event inexperience, inadequate training, slow running pace, high or low body mass index (BMI), availability of fluids at races are all associated risk factors^{13,15,16}.

The first case of EAH was documented in a women^{34,35} but apparent sex differences with an increased incidence in women is not statistically significant¹³. Women may be more at risk however due to an increased fluid intake compared to men^{55,56}. Extreme temperature range seems to be a risk factor, especially in thermal stressing environments especially

Table 1. Risk factors for the development of exercise associated hyponatraemia.

<ul style="list-style-type: none"> - Overconsumption of fluids - Exercise duration over 4 hours - Event inexperience - Inadequate training - High or low body mass index (BMI) - Female sex - Use of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAID) - Thermal stressing environment (extreme heat, cold, humidity) - Geographical location where race is held

in the heat but also in extreme cold^{57,58}. Heat seems to be a risk factor with more cases reported in extreme environmental conditions^{23,24,58-61}. Humidity may also be a risk factor⁶². In temperate climates, EAH is relatively uncommon^{14,48,51,63,64}. Interestingly enough, the geographic location seems to have an influence on EAH incidence, as races in Northern America^{14,24,45,60,65,66} have shown higher numbers of EAH compared to European races^{14,51,67}. In other geographical areas such as South Africa, Asia or Oceania cases of EAH are less likely and rare^{14,28,49,68,69}.

Clinical signs and symptoms

In the early stages of EAH, symptoms are fairly non-specific^{13,15} and are summarized in Table 2. A high index of suspicion of EAH should be

Table 2. Symptoms of mild symptomatic cases of exercise-associated hyponatremia (EAH) and treatment.

Symptoms	
Often non-specific and can vary between athletes	
<ul style="list-style-type: none"> - Nausea - Vomiting - Dizziness - Weakness - Light headedness - Adynamia - Fatigue 	<ul style="list-style-type: none"> - Bloating - Increase in body weight - Tremor - Muscle cramps - Puffiness - Headache - Oliguria
Treatment	
<ul style="list-style-type: none"> - Restrict oral fluid intake until free-flowing urination - If athlete is alert and able to tolerate oral fluids provide oral hypertonic fluids - Oral hypertonic fluids may include 3% NaCl (100ml) or other hypertonic solutions with high sodium concentrations (e.g. concentrated bouillon) - If athlete is unable to tolerate oral fluids or symptoms are not improving or are progressing use intravenous bolus of 100 mL 3% NaCl (hypertonic saline) as per severe cases of EAH 	

Table 3. Symptoms and treatment of severe cases of exercise-associated hyponatremia (EAH) and exercise associated hyponatraemic encephalopathy (EAHE). ABC (Airway, Breathing, Circulation).

Symptoms	
– Fatigue	– Somnolence
– Confusion	– Dyspnoea
– Agitation	– Gait disorders
– Lethargy	– Change of personality
– Altered mental state	– Seizures
– Disorientation	– Coma
Treatment	
– Emergency assessment (ABC)	
– Onsite serum sodium concentration [Na ⁺] measurement if available	
– If measurement unavailable treat empirically	
– Intravenous access (i.v.)	
– I.v. bolus of 100 mL 3% NaCl (hypertonic saline), every 10 min at least twice or until clinical improvement	
– Alternatively, other comparable solution containing sodium can be used (e.g. 10 mL of 20% NaCl)	
– Arrange emergency transport to nearest medical facility	

warranted especially if there is a history of overhydration. Care must also be taken not to miss other medical conditions that may present in a similar way^{12,70}. Onsite [Na⁺] measurement can aid in the correct diagnosis but this is not always available or possible⁷⁰. If symptoms progress or in cases of EAHE or rapid decrease in serum sodium levels symptoms may include confusion, agitation, altered mental state, dyspnoea or phantom running (Table 3). This may progress to seizure activities or coma, which constitutes a medical emergency and prompt recognition and treatment is warranted^{13,15,16,19}. Deaths have also been reported from EAH¹³.

Diagnosis

The correct diagnosis is made biochemically with serum sodium concentrations of < 135 mmol/L¹³. However, on-site sodium measurements during competitions are not always available or feasible in remote environments. Empirical treatment is recommended in the absence of biochemical results¹³.

Treatment

Treatment strategies depend on clinical symptoms. Asymptomatic athletes generally do not require any active form of treatment but advice about proper fluid consumption is advisable (e.g. drink to thirst). Fluids can be restricted until onset of urination or oral hypertonic saline solutions may be given in order to reduce the risk of progression to symptomatic EAH^{13,16}.

Treatment strategies for mild symptomatic cases of EAH are summarized in Table 2¹³. If patients are not improving or are unable to tolerate oral fluids, intravenous administration of fluids is recommended, as in severe cases of EAH or EAHE (Table 3)¹³. If onsite [Na⁺] measurement is not available, empirically lifesaving treatment with intravenous hypertonic saline solution should be given as this empirical treatment is unlikely to cause any harm even if the presumed diagnosis is wrong^{13,15}. Emergency transfer to the nearest hospital should be arranged, especially if recovery is slow or delayed¹³.

Prevention

As the main mechanism for the development of EAH is the overconsumption of fluids the most effective preventative measure is an adequate fluid intake. This can be achieved through drinking to thirst^{13-15,37,66}. It is important to know that sports drinks are hypotonic when compared to plasma and overconsumption can also lead to EAH and do not offer any protection¹³. In the past the sports industry heavily promoted the consumption of sports drinks and overzealous fluid consumption⁷¹. Care needs to be taken when replacing sodium losses with salt tablets, although offering theoretical benefits and possibly slowing down the development or progression of EAH, salt tablets can increase thirst and thus lead to overconsumption of fluids thus aiding in the development of EAH^{25,72}. Another contributing factor for the development of EAH is the use of NSAID¹³, which is widely used among ultra-endurance athletes⁷³. An important aspect of prevention is education and information about EAH is available on trusted websites in English and Spanish (www.ultrasportsscience.org).

Advice for athletes

It is important for athletes and coaches to be aware of proper hydration strategies during ultra-endurance events and that the current guidance of drinking to thirst are followed, which effectively can prevent the development of EAH without decrements in performance¹³ (Table 4). Although sport drinks are often used with the belief that replacing lost electrolytes or sodium can prevent EAH this is however not correct,

Table 4. Practical advice on exercise associated hyponatraemia (EAH) for athletes and coaches. NSAID (non-steroidal anti-inflammatory drugs).

- Drink to thirst
- Overconsumption of fluids is the main risk factor
- Sports drinks cannot prevent EAH when overconsumption takes place
- Salt tablets do not offer protection so use with caution
- Do not use NSAID in training or competition
- Be well prepared for competition
- Acclimatize when competing in hot environments
- Educational material is available on trusted websites
- EAH can kill and knowledge about this condition and recognition is vital for everyone involved in endurance sports
- Alert and teach other athletes and coaches about EAH

Table 5. Practical advice of exercise associated hyponatraemia (EAH) for medical personnel.

- EAH can kill
- Knowledge about EAH and recognition of clinical signs is paramount for the medical team involved in endurance sports
- Consider availability of equipment for on-site serum sodium [Na⁺] measurement during competition
- Consider providing pre-race briefing about proper hydration (drink to thirst) and advice on EAH to athletes and coaches
- Consider adequate fluid availability at event
- Pre-race planning of evacuation procedures and nearest medical facilities
- Consider preparing information leaflets on EAH for receiving medical team when transferring patient, as they may not be familiar with this condition
- Online learning resources and congress are available for further advice
- Hypertonic saline should be part of the mandatory medical equipment of health care professional providing care at endurance events

as sports drinks are hypotonic and when overconsuming can lead to EAH. This also applies to the ingestion of salt tablets that may slow down the development of EAH, but the high salt content can increase thirst which again leads to overhydration and EAH. Athletes also need to be aware of certain medications, especially NSAID, that can aid the development of EAH. EAH is a serious medical conditions and deaths have been reported so being aware of this condition, its symptoms and signs and risk factors is important for athletes. When talking to other athletes sharing the knowledge about this is paramount. This will be important in reducing the medical complications arising from EAH and help reducing the incidence of EAH.

Advice for medical personnel

Medical personnel should be aware of EAH, its symptoms, pathogenesis and treatment (Table 5). It may be difficult to recognise EAH in its early stages, but prompt recognition and appropriate treatment can reduce the disease burden. When planning for medical care it is therefore important to have all the necessary medical equipment (intravenous giving set, hypertonic saline solution etc.) within the medical facilities and depending on competition onsite blood analysers. Pre-race planning should include evacuation procedures and knowledge and contact details of the nearest hospitals. An information leaflet about EAH accompanying the patient to the hospital with pertinent treatment may be helpful as receiving staff at these facilities may not be aware of EAH and its treatment. Liberal fluid availability at some races has promoted the development of EAH, so careful planning when organising a race is important¹³. Educating other health care professionals or giving advice on proper hydration on race websites can also be an important factor in reducing the incidence of EAH. Leaflets, online teaching resources or congresses are available to train and update medical staff.

Conclusion

Endurance activities are popular, and participation is growing. Proper hydration is important for performance and avoiding medical problems. Overconsumption of fluids is the main mechanism, in combination with inadequate secretion of the hormone arginine vasopressin, in the development of exercise associated hyponatraemia (EAH). Most cases of EAH are mild but serious complications and deaths have occurred. Intravenous administration of hypertonic saline solution can be lifesaving in severe cases. Prevention focuses on adopting a hydration strategy where fluids are consumed by drinking to thirst. Educating athletes, coaches and medical personnel about EAH is important.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Bibliography

1. Ahmadyar B, Rüst CA, Rosemann T, Knechtle B. Participation and performance trends in elderly marathoners in four of the world's largest marathons during 2004–2011. *Springerplus*. 2015;4:465.
2. Knechtle B, Scheer V, Nikolaidis PT, Sousa CV. Participation and performance trends in the oldest 100-km ultramarathon in the world. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:1719.
3. Scheer V. Participation trends of ultra endurance events. *Sports Med Arthrosc Rev*. 2019;27:3–7.
4. Scheer V, Di Gangi S, Villiger E, Rosemann T, Nikolaidis PT, Knechtle B. Participation and performance analysis in children and adolescents competing in time-limited ultra-endurance running events. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17:1628.
5. Vitti A, Nikolaidis PT, Villiger E, Onywera V, Knechtle B. The "New York City Marathon": participation and performance trends of 1.2M runners during half-century. *Res Sports Med*. 2019;1–17.
6. Nikolaidis PT, Knechtle B. Pacing profiles in age group cross-country skiers in the Vasaloppet 2012–2016. *Chin J Physiol*. 2017;60:293–300.
7. Gloor RU, Knechtle B, Knechtle P, Rüst CA, Haupt S, Rosemann T, et al. Sex-related trends in participation and performance in the 'Swiss Bike Masters' from 1994–2012. *Percept Mot Skills*. 2013;116:640–54.
8. Knechtle B, Knechtle P, Lepers R. Participation and performance trends in ultra-triathlons from 1985 to 2009. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21:e82–90.
9. Knechtle B, Nikolaidis PT. Physiology and pathophysiology in ultra-marathon running. *Front Physiol*. 2018;9:634.
10. Scheer BV, Murray A, Al Andalus Ultra Trail: an observation of medical interventions during a 219-km, 5-day ultramarathon stage race. *Clin J Sport Med*. 2011;21:444–6.
11. Scheer BV, Reljic D, Murray A, Costa RJS. The enemy of the feet: blisters in ultraendurance runners. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2014;104:473–8.
12. Scheer BV, Murray DA. Ultramarathon running injuries. In: Doral MN, Karlsson J, editors. *Sports Injuries*. Springer Berlin Heidelberg. 2015:2889–98.
13. Hew-Butler T, Rosner MH, Fowkes-Godek S, Dugas JP, Hoffman MD, Lewis DP, et al. Statement of the 3rd international exercise-associated hyponatremia consensus development conference, Carlsbad, California, 2015. *Br J Sports Med*. 2015;49:1432–46.
14. Knechtle B, Chlíbková D, Papadopoulou S, Mantzorou M, Rosemann T, Nikolaidis PT. Exercise-associated hyponatremia in endurance and ultra-endurance performance-aspects of sex, race location, ambient temperature, sports discipline, and length of performance: a narrative review. *Medicina (Kaunas)*. 2019;26:55.
15. Hew-Butler T, Loi V, Pani A, Rosner MH. Exercise-associated hyponatremia: 2017 update. *Front Med*. 2017;4:21.
16. Scheer V, Hoffman M. Exercise-associated hyponatremia: practical guide to its recognition, treatment and avoidance during prolonged exercise. *Dtsch Z Sportmed*. 2018;2018:311–8.
17. Noakes TD, Sharwood K, Collins M, Perkins DR. The dipsomania of great distance: water intoxication in an Ironman triathlete. *Br J Sports Med*. 2004;38:E16.
18. Bridges E, Altherwi T, Correa JA, Hew-Butler T. Oral hypertonic saline is effective in reversing acute mild-to-moderate symptomatic exercise-associated hyponatremia. *Clin J Sport Med*. 2018: 23.

19. Nolte HW, Hew-Butler T, Noakes TD, Duvenage CSJ. Exercise-associated hyponatremic encephalopathy and exertional heatstroke in a soldier: High rates of fluid intake during exercise caused rather than prevented a fatal outcome. *Phys Sportsmed*. 2015;43:93-8.
20. Hew-Butler T, Anley C, Schwartz P, Noakes T. The treatment of symptomatic hyponatremia with hypertonic saline in an Ironman triathlete. *Clin J Sport Med*. 2007;17:68-9.
21. Knechtle B, Chlíbková D, Nikolaidis PT. Exercise-associated hyponatremia in endurance performance. *Praxis* (Bern 1994). 2019;108:615-32.
22. O'Connor RE. Exercise-induced hyponatremia: causes, risks, prevention, and management. *Cleve Clin J Med*. 2006;73:513-18.
23. Costa RJS, Teixeira A, Rama L, Swancott AJM, Hardy LD, Lee B, et al. Water and sodium intake habits and status of ultra-endurance runners during a multi-stage ultra-marathon conducted in a hot ambient environment: an observational field based study. *Nutr J*. 2013;12:13.
24. Hoffman MD, Hew-Butler T, Stuempfle KJ. Exercise-associated hyponatremia and hydration status in 161-km ultramarathoners. *Med Sci Sports Exerc*. 2013;45:784-91.
25. Hoffman MD, Stuempfle KJ, Sullivan K, Weiss RH. Exercise-associated hyponatremia with exertional rhabdomyolysis: importance of proper treatment. *Clin Nephrol*. 2015;83:235-42.
26. Noakes TD, Sharwood K, Speedy D, Hew T, Reid S, Dugas J, et al. Three independent biological mechanisms cause exercise-associated hyponatremia: evidence from 2,135 weighed competitive athletic performances. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2005 20;102:18550-5.
27. Hew-Butler T, Hamilton R, Hamilton B, Colesa Z. Special Communication of a case of hypovolemic-associated EAH: lessons learned during recovery. *Curr Sports Med Rep*. 2017;16:289-93.
28. Hew-Butler T, Jordaán E, Stuempfle KJ, Speedy DB, Siegel AJ, Noakes TD, et al. Osmotic and nonosmotic regulation of arginine vasopressin during prolonged endurance exercise. *J Clin Endocrinol Metab*. 2008;93:2072-8.
29. Hew-Butler T. Arginine vasopressin, fluid balance and exercise: is exercise-associated hyponatremia a disorder of arginine vasopressin secretion? *Sports Med*. 2010;40:459-79.
30. Wade CE. Response, regulation, and actions of vasopressin during exercise: a review. *Med Sci Sports Exerc*. 1984;16:506-11.
31. Hew-Butler T, Stuempfle KJ, Hoffman MD. Bone: an acute buffer of plasma sodium during exhaustive exercise? *Horm Metab Res*. 2013;45:697-700.
32. Harris G, Reid S, Sikaris K, McCrory P. Hyponatremia is associated with higher NT-proBNP than normonatremia after prolonged exercise. *Clin J Sport Med*. 2012;22:488-94.
33. Zelingher J, Putterman C, Ilan Y, Dann EJ, Zveibil F, Shvil Y, et al. Case series: hyponatremia associated with moderate exercise. *Am J Med Sci*. 1996;311:86-91.
34. Rosner MH, Kirven J. Exercise-associated hyponatremia. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2007;2: 151-61.
35. Noakes TD, Goodwin N, Rayner BL, Branken T, Taylor RK. Water intoxication: a possible complication during endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1985;17:370-5.
36. Frizzell RT, Lang GH, Lowance DC, Lathan SR. Hyponatremia and ultramarathon running. *JAMA*. 1986;255:772-4.
37. Noakes TD. Is drinking to thirst optimum? *Ann Nutr Metab*. 2010;57:9-17.
38. Cotter JD, Thornton SN, Lee JK, Laursen PB. Are we being drowned in hydration advice? Thirsty for more? *Extrem Physiol Med*. 2014;3:18.
39. Tam N, Nolte HW, Noakes TD. Changes in total body water content during running races of 21.1 km and 56 km in athletes drinking ad libitum. *Clin J Sport Med*. 2011;21:218-25.
40. Hoffman MD, Snipe RMJ, Costa RJS. Ad libitum drinking adequately supports hydration during 2 h of running in different ambient temperatures. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118:2687-97.
41. Goulet EDB. Effect of exercise-induced dehydration on time-trial exercise performance: a meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2011;45:1149-56.
42. Goulet EDB. Dehydration and endurance performance in competitive athletes. *Nutr Rev*. 2012;70:5132-136.
43. Mayer CU, Treff G, Fenske WK, Blouin K, Steinacker JM, Allolio B. High incidence of hyponatremia in rowers during a four-week training camp. *Am J Med*. 2015;128:1144-51.
44. Urso C, Brucculeri S, Caimi G. Physiopathological, epidemiological, clinical and therapeutic aspects of exercise-associated hyponatremia. *J Clin Med*. 2014;3:1258-75.
45. Rogers IR, Hook G, Stuempfle KJ, Hoffman MD, Hew-Butler T. An intervention study of oral versus intravenous hypertonic saline administration in ultramarathon runners with exercise-associated hyponatremia: a preliminary randomized trial. *Clin J Sport Med*. 2011;21:200-3.
46. Martínez-Cano JP, Cortes-Castillo V, Martínez-Villa J, Ramos JC, Uribe JP. Dysnatremia among runners in a half marathon performed under warm and humid conditions. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2018;4:e000351.
47. Speedy DB, Campbell R, Mulligan G, Robinson DJ, Walker C, Gallagher P, et al. Weight changes and serum sodium concentrations after an ultradistance multisport triathlon. *Clin J Sport Med*. 1997;7:100-3.
48. Rüst CA, Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T. Higher prevalence of exercise-associated hyponatremia in triple iron ultra-triathletes than reported for ironman triathletes. *Chin J Physiol*. 2012;55:147-55.
49. Wagner S, Knechtle B, Knechtle P, Rüst CA, Rosemann T. Higher prevalence of exercise-associated hyponatremia in female than in male open-water ultra-endurance swimmers: the "Marathon-Swim" in Lake Zurich. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112:1095-106.
50. Hew-Butler T, Dugas JP, Noakes TD, Verbalis JG. Changes in plasma arginine vasopressin concentrations in cyclists participating in a 109-km cycle race. *Br J Sports Med*. 2010;44:594-7.
51. Knechtle B, Knechtle P, Rosemann T. No case of exercise-associated hyponatremia in male ultra-endurance mountain bikers in the "Swiss Bike Masters." *Chin J Physiol*. 2011;54:379-84.
52. Chlíbková D, Rosemann T, Posch L, Matoušek R, Knechtle B. Pre- and post-race hydration status in hyponatremic and non-hyponatremic ultra-endurance athletes. *Chin J Physiol*. 2016;59:173-83.
53. Khodaei M, Luyten D, Hew-Butler T. Exercise-associated hyponatremia in an ultra-endurance mountain biker: a case report. *Sports Health*. 2013;5:334-6.
54. Myers TM, Hoffman MD. Hiker fatality from severe hyponatremia in Grand Canyon National Park. *Wilderness Environ Med*. 2015;26:371-4.
55. Weitkunat T, Knechtle B, Knechtle P, Rüst CA, Rosemann T. Body composition and hydration status changes in male and female open-water swimmers during an ultra-endurance event. *J Sports Sci*. 2012;30:1003-13.
56. Baker LB, Muncie TA, Kenney WL. Sex differences in voluntary fluid intake by older adults during exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37:789-96.
57. Stuempfle KJ, Lehmann DR, Case HS, Hughes SL, Evans D. Change in serum sodium concentration during a cold weather ultradistance race. *Clin J Sport Med*. 2003;13:171-5.
58. Stuempfle KJ, Lehmann DR, Case HS, Bailey S, Hughes SL, McKenzie J, et al. Hyponatremia in a cold weather ultraendurance race. *Alaska Med*. 2002;44:51-5.
59. Backer HD, Shopes E, Collins SL, Barkan H. Exertional heat illness and hyponatremia in hikers. *Am J Emerg Med*. 1999;17:532-9.
60. Oh RC, Malave B, Chaltry JD. Collapse in the heat - from overhydration to the emergency room - three cases of exercise-associated hyponatremia associated with exertional heat illness. *Mil Med*. 2018 01;183:e225-8.
61. Lebus DK, Casazza GA, Hoffman MD, Van Loan MD. Can changes in body mass and total body water accurately predict hyponatremia after a 161-km running race? *Clin J Sport Med*. 2010;20:193-9.
62. Tan DW, Yap SH, Wang M, Fan PW, Teo YS, Krishnasamy P, et al. Body mass changes across a variety of running race distances in the tropics. *Sports Med Open*. 2015;2:26.
63. Knechtle B, Knechtle P, Rüst CA, Gnädinger M, Imoberdorf R, Kohler G, et al. Regulation of electrolyte and fluid metabolism in multi-stage ultra-marathoners. *Horm Metab Res*. 2012;44:919-26.
64. Bürge J, Knechtle B, Knechtle P, Gnädinger M, Rüst CA, Rüst AC, et al. Maintained serum sodium in male ultra-marathoners--the role of fluid intake, vasopressin, and aldosterone in fluid and electrolyte regulation. *Horm Metab Res*. 2011;43:646-52.
65. Chorley J, Cianca J, Divine J. Risk factors for exercise-associated hyponatremia in non-elite marathon runners. *Clin J Sport Med*. 2007;17:471-7.
66. Hoffman MD, Stuempfle KJ, Rogers IR, Weschler LB, Hew-Butler T. Hyponatremia in the 2009 161-km Western States Endurance Run. *Int J Sports Physiol Perform*. 2012;7:6-10.
67. Rüst CA, Knechtle B, Joleska I, Knechtle P, Wirth A, Imoberdorf R, et al. Is the prevalence of exercise-associated hyponatremia higher in female than in male 100-km ultramarathoners? *Hum Mov*. 2018;13:94-101.
68. Lee JKW, Nio AQX, Ang WH, Johnson C, Aziz AR, Lim CL, et al. First reported cases of exercise-associated hyponatremia in Asia. *Int J Sports Med*. 2011;32:297-302.
69. Scotney B, Reid S. Body Weight, Serum sodium levels, and renal function in an ultra-distance mountain run. *Clin J Sport Med*. 2015;25:341-6.
70. Hoffman MD, Pasternak A, Rogers IR, Khodaei M, Hill JC, Townes DA, et al. Medical services at ultra-endurance foot races in remote environments: medical issues and consensus guidelines. *Sports Med*. 2014;44:1055-69.
71. Beltrami FG, Hew-Butler T, Noakes TD. Drinking policies and exercise-associated hyponatremia: is anyone still promoting overdrinking? *Br J Sports Med*. 2008;42:796-801.
72. Hoffman MD, Myers TM. Case study: symptomatic exercise-associated hyponatremia in an endurance runner despite sodium supplementation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*;25:603-6.
73. Scheer BV, Burgos EV. The hidden danger of endurance races: analgesic use among ultramarathon runners. *Br J Sports Med*. 2013;47:e3.

Actividad física en pacientes oncológicos de cáncer de mama: ¿Terapia médica deportiva no farmacológica? Revisión sistemática

Diego Fernández-Lázaro^{*1}, Juan Mielgo-Ayuso², Alberto Caballero-García³, Alfredo Córdova Martínez², María Paz Lázaro Asensio^{5,6}, César I. Fernández-Lázaro^{1,2}

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

Recibido: 24/10/2019
Aceptado: 17/03/2020

Resumen

Introducción: El cáncer de mama (CM) sigue siendo la causa principal de cáncer en las mujeres con casi 1,4 millones de casos nuevos en todo el mundo anualmente y 27.000 en España. Las terapias oncológicas, cada vez más eficaces, sin embargo, tienen numerosos efectos adversos como el desgaste muscular, la fatiga, la disminución de la función física y la capacidad aeróbica, conjuntamente con el deterioro de la calidad de vida. En este sentido la actividad física (AF) parece ser una estrategia no farmacológica interesante para aliviar estas graves complicaciones y con potenciales beneficios para mujeres con CM.

Objetivo: Examinar si las intervenciones de AF son efectivas sobre estado físico y psicológico de los pacientes de CM postquirúrgicos en estadios tempranos de enfermedad (I-III) y además identificar el componente de la AF más adecuado.

Material y método: Revisión sistemática, basada en las guías PRISMA, realizando una búsqueda estructurada en las bases de datos electrónicas: Medline (PubMed), SciELO y Cochrane Library Plus. Se incluyeron los resultados que relacionaran las AF y CM hasta el 30 de septiembre de 2019, mientras que se aplicó una restricción de búsqueda en las publicaciones para que fueran en los últimos 10 años. La calidad metodológica de los artículos se evaluó mediante el formulario de revisión crítica de McMaster.

Resultados: Se encontraron 8 artículos que han descrito los beneficios de la AF en los que destacan las mejoras físicas, psicológicas y en la calidad de vida, así como la disminución de la fatiga y linfedema. Las rutinas de ejercicio empleadas son de trabajo de componente aeróbico y de fuerza muscular.

Conclusión: La realización de AF, con rutinas de aeróbicas y de fuerza muscular, estimulan la mejora del estado físico, psicológico y la calidad de vida de los pacientes de CM.

Palabras clave:

Cáncer de mama. Actividad física.
Mujeres. Fatiga. Calidad de vida.
Linfedema.

Physical activity in oncological breast cancer patients: non-pharmacological sports medical therapy? Systematic review

Summary

Introduction: Breast cancer (BC) remains the leading cause of cancer in women with nearly 1.4 million new cases worldwide annually and 27,000 in Spain. Increasingly effective oncology therapies, however, have numerous adverse effects such as muscle degeneration, fatigue, decreased physical function and aerobic capacity, along with deteriorating quality of life. In this sense physical activity (PA) seems to be an interesting non-pharmacological strategy to alleviate these serious complications and with potential benefits for women with BC.

Objective: To examine whether PA interventions are effective on the physical and psychological fitness of patients with post-surgical BC in early stages of disease (I-III) and also to identify the most appropriate component of physical activity.

Methods: Systematic review, based on PRISMA guidelines, using a structured search of electronic databases: Medline (PubMed), SciELO and Cochrane Library Plus. Results relating PA and BC were included until 30 september 2019, while a search restriction was applied to publications to be in the last 10 years. The methodological quality of articles evaluated using the McMaster critical review form.

Results: We found 8 articles that have described the benefits of PA, highlighting physical, psychological and quality of life improvements, as well as decreased fatigue and lymphedema. The exercise routines used are aerobic component work and muscle strength.

Conclusion: The performance of AF, with aerobic and muscular strength routines, stimulate the improvement of the physical, psychological state and the quality of life of the patients of BC patients.

Key words:

Breast cancer. Physical activity.
Women. Fatigue. Quality of life.
Lymphedema.

Premio SEMED-FEMEDE a la investigación del año 2019

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

Introducción

El cáncer es un proceso de crecimiento y diseminación incontrolado de células que puede aparecer prácticamente en cualquier lugar del cuerpo e invadir el tejido circundante provocando metástasis en puntos distantes del organismo¹. El cáncer supone un problema epidemiológico de primer orden porque es una de las principales causas de muerte en todo el mundo². El cáncer de mama (CM) es el cáncer más común entre las mujeres, con casi 1,4 millones de casos nuevos en todo el mundo anualmente y 27.000 en España. Aproximadamente entre el 6-10% de estos cánceres son de estadio IV (enfermedad metastásica de *novo*) y el número de recidivas metastásicas oscilan entre el 20-30% de todos los casos de tumores de mama existentes³.

El CM una enfermedad sistémica en el momento del diagnóstico, por ello generalmente se administra terapia hormonal, quimioterapia y/o radioterapia para erradicar cualquier posible presencia de micro-metástasis ocultas después de la cirugía radical, reduciendo de esta manera el riesgo de recaída y además mejorando la supervivencia general, tal y como establecen los factores pronósticos clínicamente validados⁴. A pesar del tratamiento local, regional y sistémico implementados, entre 30% y el 50% de los pacientes con ganglios linfáticos axilares negativos y positivos, respectivamente, recaen después de cinco años de cirugía⁴.

Desafortunadamente, la propia enfermedad del cáncer, la quimioterapia adyuvante y la radioterapia se asocian con complicaciones graves como el desgaste y la debilidad muscular⁵. En CM se desarrolla caquexia neoplásica con una elevada pérdida de masa muscular y peso corporal, también por el CM se instaura la fatiga neoplásica caracterizada por la presencia de cansancio muy extremo que no disminuye con nada, y empeora con el reposo⁶. Estas secuelas adversas son como consecuencia de las terapias (quimioterapia y radioterapia), pero también por la inactividad física de los pacientes de cáncer⁷, lo que exacerba la disminución de la función física, la capacidad aeróbica, y el deterioro de la calidad de vida (CV). Otros efectos secundarios potenciales del tratamiento del CM incluyen linfedema, inflamación crónica, reducción de la densidad mineral ósea, disminución del funcionamiento cognitivo, vómitos, náuseas, pérdida de apetito, insomnio y neuropatía periférica^{8,9}.

La actividad física (AF) juega un papel importante para aliviar muchos de los efectos adversos de la terapia del CM. Los programas de AF, basados en la clínica, han demostrado que mejora el rendimiento físico y disminuye fatiga en pacientes con CM. La AF requiere de un conjunto de acciones intensas y repetitivas que inducen un nivel elevado de estrés metabólico y mecánico al organismo que conducen a adaptaciones de diferentes sistemas corporales de las personas que lo realizan¹⁰. La AF estimula una batería de procesos intracelulares que subyacen a estas adaptaciones, incluyendo los sistemas catabólicos, como el autofagolisosoma, la ubiquitina-proteasoma y la inflamación, así como los sistemas anabólicos, como la síntesis de proteínas. La activación y/o represión de cascadas de señalización específicas que regulan estos procesos vinculan el estrés metabólico y mecánico a la regulación de las enzimas celulares que conducen a cambios: miocelulares en las mitocondrias, la función metabólica, la absorción de glucosa estimulada por insulina, la señalización intracelular y la regulación transcripcional/traduccional.

Además, la AF estimula la proliferación y la diferenciación de células madre musculares (células satélite) como parte de la respuesta adaptativa al entrenamiento con ejercicios que permiten recuperar al paciente del desgaste y de la debilidad muscular¹¹⁻¹⁴.

Por otra parte, algunas de las consecuencias debidas a la enfermedad del cáncer o de su tratamiento adyuvante, ocasionan estados de inflamación crónica que juegan un papel crucial en el desarrollo, la progresión y el riesgo de recurrencia del cáncer debido a sus efectos sobre la carcinogénesis y el desarrollo del microambiente tumoral¹. Se conoce que la combinación de entrenamiento aeróbico y de resistencia muscular estimula la producción y la secreción de citoquinas pro-inflamatorias (IL-6, IL-2, IL-8, IL-10, TNF- α , IL-1 β , IL-12, IFN- γ), que posteriormente ejercen sus efectos localmente dentro del músculo esquelético o en sus órganos diana. Esta respuesta pro-inflamatoria inicial está controlada por moléculas antiinflamatorias como el antagonista del receptor de la IL-1 (IL-1ra), el factor transformador del crecimiento beta (TGF- β), las interleucinas 4, 6, 10, 11 y 13, y los receptores específicos para la IL-1, el TNF- α y la interleucina 18. La acción inmunomoduladora de todas estas moléculas limitan el efecto dañino de la reacción inflamatoria de la enfermedad del cáncer^{12,15}. Otro mecanismo de control de los procesos inflamatorios neoplásicos, podrían establecerse porque la cascada de citoquinas inducida por el ejercicio difiere de la cascada de citoquinas (TNF- α e IL-1) inducida por la enfermedad de cáncer, lo que se ha asociado a una acción terapéutica de la AF al reducir la probabilidad de reactivación y progresión tumoral. Por lo tanto, la capacidad que tiene la AF de reducir la inflamación crónica y ejercer efectos favorables para la salud, hace que se convierta en un mecanismo crucial para los supervivientes del CM^{15,16}. Sin embargo, la exposición aguda al entrenamiento con ejercicios y su efecto sobre el perfil inflamatorio son de corta duración, y es poco probable que un solo ejercicio de ejercicio cause cambios adaptativos. Por lo tanto, la repetición del ejercicio parece ser necesaria por sus beneficios para la salud a largo plazo^{15,16}.

Por otra parte, se ha descrito como potencial beneficio de la práctica de la AF en pacientes con cáncer, como intervención no farmacológica, la promoción del bienestar mental y social de los pacientes, que incrementa la adherencia a los programas de AF, lo que redundará en la disminución de los síntomas asociados a la enfermedad o a su tratamiento⁹.

Las recomendaciones de actividad física de intensidad moderada de al menos cinco días de la semana, o 75 minutos de ejercicio más vigoroso, junto con dos a tres sesiones semanales de entrenamiento de fuerza, incluyendo ejercicios para los principales grupos musculares ha sido aprobada tanto por la Sociedad Canadiense del Cáncer y por la Sociedad Americana del Cáncer, para reducción de la recurrencia del cáncer de mama, la disminución de los síntomas asociados a la enfermedad o los derivados del tratamiento¹⁷. Sin embargo, potencialmente más horas de ejercicio y de intensidad más vigorosa podrían aumentar el beneficio. En este sentido, este trabajo revisó los artículos publicados hasta la fecha para examinar si las intervenciones de AF son efectivas para aumentar la condición física y mejorar otros resultados (físico, psicológico, muscular y biológico) para pacientes con CM postquirúrgicos en estadios tempranos de enfermedad (I-III) y además se trató de identificar el componente de la actividad física más adecuado.

Material y método

Estrategia de búsqueda

El presente artículo es una revisión sistemática que se centra en el impacto de la realización de actividad física en pacientes con CM. Se llevó a cabo siguiendo las pautas metodológicas específicas *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA) y el modelo de preguntas PICOS para la definición de los criterios de inclusión: P (población): "mujeres con cáncer de mama", I (intervención): "impacto de la actividad física en pacientes con cáncer de mama", C (comparación): "mismas condiciones con / sin actividad física", O (outcomes): "modificaciones físicas, biológicas, psicológicas, musculares y en la calidad de vida inducidas por realización de programas de actividad física", S (diseño de estudio): "diseño randomizado sin placebo"¹⁸.

Se realizó una búsqueda estructurada en las bases de datos electrónicas: Medline (PubMed), SciELO y Cochrane Library Plus. Se incluyeron los resultados hasta el 30 de agosto de 2019, mientras que se aplicó una restricción de búsqueda en las publicaciones para que fueran en los últimos 10 años, debido a la constante evolución de en campo de la oncología. Los términos de búsqueda incluían una mezcla de títulos de materias médicas (MeSH) y palabras en texto libre para conceptos clave relacionados con el CM y la actividad física: *physical activity* (actividad física), *neoplasms* (cáncer), *breast cancer* (cáncer de mama), *exercise* (ejercicio físico), *benefits* (beneficios), *prescription* (prescripción), *physiotherapy* (fisioterapia) y *rehabilitation* (rehabilitación) (Tabla 1). A través de esta búsqueda, se obtuvieron artículos relevantes en el campo de la actividad física en pacientes con CM aplicando la estrategia de bola de nieve. Todos los títulos y resúmenes de la búsqueda se cruzaron para identificar duplicados y estudios potenciales que faltaban. Los títulos y los resúmenes se examinaron luego para una revisión posterior del texto completo. Dos autores (DFL y CIFL) realizaron de forma independiente la búsqueda de los estudios publicados y los desacuerdos sobre los parámetros físicos se resolvieron mediante discusión.

Criterios de inclusión y exclusión

Para los artículos obtenidos en la búsqueda, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión para seleccionar los estudios: 1) Representar un experimento bien diseñado que incluía actividad física en pacientes con CM postquirúrgicos en estadios tempranos (I-III); 2) No estar recibiendo tratamiento de quimioterapia y/o radioterapia; 3) Una situación idéntica de los pacientes de CM sin realización de actividad física; 4) Documentos cuya fecha de publicación fuera en los últimos 10 años; 5) Publicaciones cuyos sujetos de estudio fueran humanos mujeres mayores de 18 años; 6) Se restringieron las lenguas al inglés, alemán, francés, italiano, español y portugués. Con respecto a los criterios de exclusión aplicados fueron: 1) Publicaciones no relacionadas con CM y la actividad física; 2) Documentos duplicados; 3) Estudios con más de 10 años de antigüedad; 4) No realizados en humanos, mujeres; 5) No se han aplicado ningún filtro al nivel previo de condición física, o de capacidad realización de actividad física; 6) Se excluyeron los artículos de calidad metodológica pobre ≤ 8 puntos según el formulario de revisión crítica de McMaster¹⁹ para estudios cuantitativos; 7) Que los estudios fueran revisiones narrativas o sistemáticas.

Tabla 1. Bases de datos, términos de búsqueda, artículos seleccionados.

Número de búsqueda	Base de datos empleadas	Término de búsqueda	Número de artículos tras la eliminación de duplicados	Número de artículos evaluados a texto completo
1	Medline (PubMed)	Physical activity AND cancer	77	8
2	Medline (PubMed)	Physical activity AND breast cancer	63	10
3	Medline (PubMed)	Physical activity AND breast cancer AND benefits	57	4
4	Medline (PubMed)	Physical activity AND breast cancer AND physiotherapy	20	4
5	Medline (PubMed)	Physical activity AND breast cancer AND prescription	23	4
6	Cochrane library plus	Cancer and physical activity	11	3
7	Cochrane library plus	Breast cancer AND physical activity	25	4
8	Cochrane library plus	Breast cancer AND physiotherapy	30	2
9	SciELO	Cáncer AND actividad física	6	1
10	SciELO	Cáncer de mama AND actividad física	27	0

Extracción y síntesis de datos

Una vez aplicados los criterios de inclusión/exclusión a cada estudio, los datos sobre la fuente del estudio (incluyendo autores y año de publicación), situación del paciente con CM, diseño del estudio, características de los participantes, protocolo de AF realizado sobre los pacientes, además los resultados y conclusiones finales de las intervenciones fueron extraídos de forma independiente por dos autores (DFL y CFL) mediante una hoja de cálculo (Microsoft Inc, Seattle, WA, EE.UU.). Posteriormente, los desacuerdos se resolvieron mediante discusión hasta que se llegó a un consenso alcanzado.

Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los artículos evaluados mediante el formulario de revisión crítica de McMaster¹⁹ obtuvo puntuaciones que variaron entre 11 y 15 puntos, representando una calidad metodológica mínima del 68,8% y máxima del 93,8% (Tabla 2). De los 8 estudios, 3 alcanzaron una calidad "muy buena", 4 una calidad "buena" y 1 estudio una calidad "excelente". Ningún estudio fue excluido por no alcanzar el

Tabla 2. Evaluación de la calidad metodológica.

Referencia	Ítems																T	%	CM
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
Moros <i>et al.</i> ²⁸ 2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	14	87,5	MB
Patsou <i>et al.</i> ²⁴ 2018	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14	87,5	MB
Dieli-Conwright <i>et al.</i> ²⁰ 2018	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	15	93,8	E
Di Blasio <i>et al.</i> ²² 2016	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	13	81,3	MB	
Musanti <i>et al.</i> ²³ 2012	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	11	68,8	B
Speck, Gross, <i>et al.</i> ²⁷ 2010	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	12	75	B	
Rogers <i>et al.</i> ²⁵ 2014	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	11	68,8	B
Saarto <i>et al.</i> ²⁶ 2012	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	11	68,8	B
T	10	10	10	10	4	7	10	10	10	9	6	3	4	10	8	6			

T: total de ítems cumplidos; CM: Calidad metodológica (pobre ≤8 puntos; aceptable 9-10 puntos; buena 11-12 puntos; muy buena 13-14 puntos; excelente ≥15). (1) Criterio cumplido; (0) Criterio no cumplido.

umbral de calidad mínimo. En la Tabla 2 se detallan los resultados de los criterios evaluados, donde las principales deficiencias encontradas en la calidad metodológica se asocian a los ítems 5, 12 y 13 del cuestionario, que comprenden una justificación detallada del tamaño de la muestra, una discusión de relevancia de los resultados para la práctica clínica respectivamente y el informe de los abandonos.

Resultados

Selección de estudios

La búsqueda proporcionó 389 artículos, de los cuales 339 fueron publicados después del 2010. Luego de la eliminación de los artículos duplicados (n = 32), se seleccionaron 307 artículos para ser examinados por título y resumen, de los cuales se excluyeron 183 por ser estudios sin intervención y 84 por no estar relacionados al tema de búsqueda. Los textos completos de las 40 publicaciones restantes fueron evaluados según los criterios de inclusión, a partir de los cuales se eliminaron 9 estudios por realizarse en animales, 15 por utilizar sujetos con comorbilidades asociadas, y 8 por no medir ninguna de las variables incluidas en este estudio. De este modo se obtuvieron los 8 artículos incluidos en esta revisión sistemática (Figura 1).

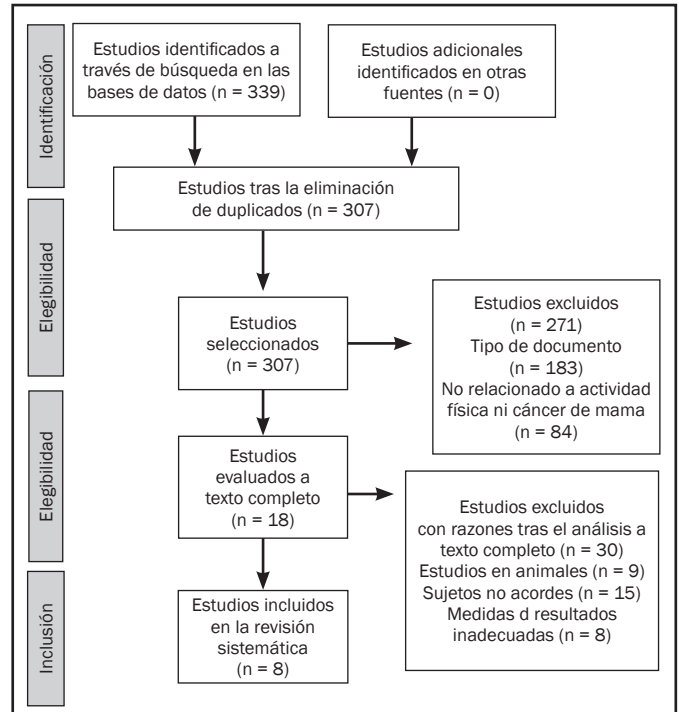
Resultados medidos

La Tabla 3 incluyen información sobre los datos sobre la fuente del estudio (incluyendo autores y año de publicación), situación del paciente con CM, diseño del estudio, características de los participantes, protocolo de intervención de AF realizado sobre los pacientes de CM, además los resultados y conclusiones finales.

Discusión

Los problemas de salud inducidos por el CM, son como consecuencia de la propia enfermedad y de las actuaciones para combatirlo como son: la resección quirúrgica y los tratamientos (terapia hormonal,

Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda de literatura y selección de estudios.



quimioterapia adyuvante y radioterapia). Adicionalmente, estos efectos se agravan cuando el estilo de vida del paciente de CM es inadecuado por ser físicamente inactivo, presentar obesidad, alteraciones en los patrones alimenticios (malnutrición o sobrealimentación) y pérdida de masa muscular. Por estas razones, la prescripción y realización de AF podría ser una estrategia no farmacológica eficaz para mitigar todos los efectos derivados del CM que permita modificar el estilo de vida del paciente, estimulando las potenciales modificaciones físicas, biológicas, psicológicas y musculares que redunden en la mejora de la calidad de vida de paciente^{9,20}.

Tabla 3. Resumen de los estudios incluidos en la revisión que investigan el impacto de la actividad física en pacientes con cáncer de mama.

Autores	Situación del paciente	Estudio	Intervención	Resultados	Conclusiones
Moros et al. ²⁸ 2010	22 ♀, 49±7 años (40,9% estaba laboralmente activa antes de recibir diagnóstico) CM Post-IQ Antes tratamiento de Quimioterapia	Controlado Aleatorio Exclusión: patología que impidan realizar actividad física (afección cardíaca, hipertensión, anemia, riesgo fracturas, diabetes). Inclusión: NO realizar ejercicio, ♀ > 65 años	18-22 semanas de tratamiento, 3 sesiones *semana → 60 minutos*sesión. Calentamiento (10´) Parte principal (45´) – Bicicleta estática – Ejercicios respiratorios – Trabajo de fuerza de MMSS brazo no intervenido. – Marcha pista rodante – Trabajo cintura pélvica y abdominal. Estiramientos / Relajación (5´)	↑* Calidad de vida (EORTC QLQ-C30). ↑ fatiga ↓ Capacidad funcional (Karnofsky perfonface status) ↓ bienestar psicológico global (General Health Questionnaire) ↓* Somático/ psicológico ↓* valoración global	Un programa de entrenamiento con ejercicios mejora la calidad de vida de las mujeres con cáncer de mama que reciben quimioterapia.
Patsou et al. ²⁴ 2018	171 ♀, 51,74±7,26 años CM Post-IQ Estadio I-III: I: 31,5% II: 50,4% III: 28,1% 12-18 meses post quimioterapia y/o radioterapia ♀ 18-65 años	Controlado Aleatorio G1 grupo físico activo (n=82) G2 grupo físico inactivo (n=89) Los grupos se establecieron en base a los criterios IPAQ: tipos de AF, intensidad, frecuencia y duración. Criterio de exclusión tener comorbilidades o procesos oncológicos que inhiban efectos de la actividad física	Ejercicio Vigoroso: Ejercicios aeróbicos alta intensidad, (correr o ciclismo), levantar objetos pesados Moderado: nadar, bicicleta a velocidad normal y andar rápido Leve: caminatas suaves Datos sobre la frecuencia (medidos en días/semana) y duración (tiempo/día) se recogieron por separado para cada tipo específico de actividad según IPAQ La salud global se evalúa mediante el cuestionario EORTC QLQ-C30.	↑ Estado de ánimo ↓* Ansiedad ↑* Autoestima ↑ Perfil psicológico. ↑* Salud ↑* Estado físico ↑* Calidad vida G1 correlaciones positivas significativas con autoestima, salud global y calidad de vida (aspectos físicos, de roles, emocionales, cognitivos y sociales).	Comenzar tan pronto como sea posible con la realización de actividad física después del diagnóstico, del tratamiento para lograr una mayor autoestima, mejor Calidad de vida, disminución de la ansiedad, los síntomas depresivos y mejor estado físico que logre una mayor supervivencia de los pacientes de CM
Dieli-Conwright et al. ²⁰ 2018	CM Post-IQ Estadio I-III: Estadio I (40%) Estadio II (38%). < 6 meses post Quimioterapia y/o Radioterapia	418 ♀ 56,3±10,4 años. Controlado Randomizado La evaluación se hizo al inicio del estudio, después de la intervención (mes 4) y 3 meses de seguimiento (solo grupo de ejercicios).	Intervención: 16 semanas, (3* semana) Aeróbico 150 minutos Días 1-3: ejercicio aeróbico + resistencia (~ 80 minutos). Día 2 ejercicios aeróbicos (~ 50 minutos). Fuerza: 2-3* semana circuito sin periodos de descanso entre ejercicios: Seguimiento: 12 semanas para el grupo de ejercicio consistió en realizar ejercicio por su cuenta sin intervención	Intervención ↑* Calidad Vida (FACT; SF-36) ↑* Fuerza Muscular ↑* VO ₂ max ↑* formación ósea (fosfatasa y osteocalcina) ↓* fatiga ↓* depresión Seguimiento ↑* Condición física vs. Inicio estudio	La intervención basada en el ejercicio aeróbico y de resistencia diseñada para mejorar el síndrome metabólico condujo a mejoras en la calidad de vida, la depresión, la fatiga y la condición física que se mantuvieron a los 3 meses de seguimiento. Siendo el primer estudio que mejora estas condiciones de manera significativa. Actividad física combinada debe incorporarse al tratamiento y planes de cuidado en CM.
Di Blasio et al. ²² 2016	CM Post-IQ con linfedema tipo II Con tratamiento hormonal actualmente Sin tratamiento previo de quimioterapia y/o radioterapia	20 ♀, 50,6±3,6 Randomizado Inclusión: >40 ≤55 años, No dieta específica, no ejercicio < 6 meses al inicio de estudio Randomizado en 4 grupos	10 semanas, tres sesiones de 70 minutos a intensidad moderada. Calentamiento 15´ Parte central 45´ G1: Nordic walking (NW) G2: Walking (W) G3: ISA method (específico para cáncer de mama) +NW G4: ISA +W Vuelta a la calma 10´	Grupo: 1, 3 y 4 ↓* diámetro brazo/ antebrazo homolateral IQ ↑ Fuerza MMSS ↑ Prevención del linfedema Grupo: 1 y 4 ↓* H ₂ O extracelular; ratio H ₂ O extracelular/ H ₂ O total; diámetro muñeca homolateral IQ Grupo: 2 = diámetro en extremidades y H ₂ O corporal	El NW, NW + ISA; W+ISA son beneficiosos para la disminución del perímetro del brazo y antebrazo del lado operado, además del aumento de la fuerza muscular del MMSS, sin embargo, W por sí solo no produce ninguna modificación en el MMSS.

♀: Mujer; CM: Cáncer de mama; IQ: Intervención quirúrgica; ↑: Aumento; ↑*: Aumento estadísticamente significativo; ↓: Descenso; ↓*: Descenso estadísticamente significativo; ´: Minutos; VO₂max: Volumen máximo de oxígeno.

(continúa)

Autores	Situación del paciente	Estudio	Intervención	Resultados	Conclusiones
Musanti <i>et al.</i> ²³ 2012	CM Post-IQ Estadio I-III ♀ 18 > años Recibiendo terapia hormonal Post-quimioterapia + 3 meses o Post-radioterapia + 6 semanas antes del inicio del estudio y que no habían pasado más de 24 meses desde su último tratamiento.	42 ♀ en tres grupos Randomizados: – Grupo aeróbico (GA): 13 mujeres – Grupo de flexibilidad (GF): 12 mujeres – Grupo de resistencia (GR): 17 mujeres – Grupo aeróbico y resistencia (G A-R): 18 mujeres Criterio de exclusión tener comorbilidades o procesos oncológicos que inhiban efectos de la actividad física	Programa individualizado de ejercicios en el hogar <i>Ejercicio aeróbico</i> Frecuencia: 3/5 *semana. 15–30 min *sesión. Intensidad progresiva: 40–85% <i>Ejercicio de resistencia.</i> Frecuencia: 2/3 *semana Repeticiones *sesión: 10-12. Conjuntos de ejercicios grandes grupos musculares uno con bandas elásticas resistencia Intensidad: calificación escala esfuerzo percibido 3-8 en una escala de 1 a 10. <i>Ejercicio aeróbico + resistencia</i> Combinación de los 2 protocolos	GR ↑ fuerza GA ↑*VO ₂ max A-R ↑ autoestima física y global. G F ↑ grasa corporal G A-R ↑ autoestima global Mejoras a largo plazo ↑ capacidades físicas	El modelo de ejercicios basado en la mejora de autoestima física y autoestima global fue beneficioso para las mujeres supervivientes de cáncer de mama, especialmente las que llevaron a cabo un protocolo basado en los ejercicios de flexibilidad y resistencia seguido de ejercicios aeróbicos, ya que obtuvieron mayor adherencia y mantenimiento a largo plazo. Además, todas ellas mejoraron las capacidades físicas al igual que la autoestima global.
Speck <i>et al.</i> ²⁷ 2010	CM Post-IQ Estadio I-II ♀ 18 > años Con o sin linfedema	234 (112 Linfedema) Dos grupos randomizados: Grupo Intervención (GI): actividad física 56±9 años. Grupo Control (GC): sin actividad física 58±9 años Inclusión: 12 Meses de intervención de actividad física Exclusión tener comorbilidades o procesos oncológicos que inhiban efectos de la actividad física	GI: Entrenamiento de fuerza miembros superiores e inferiores y Core. 2 sesiones por semana de 90 minutos de duración. GC: Entrenamiento sin carga o con pesos ligeros. Calentamiento y estiramientos añadidos.	GI: ↓ incidencia, ↓ gravedad ↓ exacerbaciones de linfedema en miembros superiores. ↑* fuerza muscular ↑ calidad de vida (SF-36) ↑ autopercepción imagen	Las intervenciones con potencial para aumentar la fuerza pueden mejorar la imagen corporal en sobrevivientes de CM El entrenamiento de fuerza influyó positivamente en la autopercepción de la imagen personal, salud, fuerza física, sexualidad, relaciones, y la relación social.
Rogers <i>et al.</i> ²⁵ 2014	CM ductal <i>in situ</i> Post-IQ Estadio I-III ♀ 18-70 años No recibir quimioterapia y/o radioterapia 8 semanas ≥ post IQ	222 mujeres randomizadas dos grupos: Grupo Intervención (GI): actividad física 54 años. Grupo Control (GC): sin actividad física 55 años Inclusión: 6 Meses de intervención de actividad física Exclusión tener comorbilidades que impidan la realizar actividad física o su evaluación	GI: 3 meses 12 sesiones de entrenamiento supervisado aeróbico que + ejercicio individual en casa y actividades físicas grupales. GC: recibieron información escrita de la actividad física	GI tuvieron una adhesión al tratamiento del 98% y ↑* que GC ↑ Aptitud aeróbica ↑ 6 minutos marcha Post- intervención. ↑* Actividad física en tiempo e intensidad ↑* Estado físico ↑* Calidad de vida (FACT)	La respuesta a la intervención fue la mejora de la actividad física y la capacidad aeróbica. A corto plazo pudo mejorar significativamente la calidad de vida varios meses después de completar la intervención siendo un hallazgo importante y valioso.
Saarto <i>et al.</i> ²⁶ 2012	CM Post-IQ Estadio I-II ♀ 35-68 años Tratada quimioterapia y/o radioterapia ≥ 4 meses Tratamiento hormonal no menos de 4 meses antes.	500 mujeres, edad media randomizadas 52,3 divididas en dos grupos: <i>Grupo Intervención (GI):</i> actividad n= 237 <i>Grupo Control (GC):</i> sin actividad física n=263 Exclusión tener comorbilidades que impidan la realizar actividad física o su evaluación	12 meses de intervención. GI: Ejercicio aeróbico Tiempo = 48 semanas Duración = 60 min/sesión Frecuencia = 1 sesión/semana Intensidad= 86%-92%. GC: Estimular a mantener su nivel previo de actividad física y los hábitos de ejercicio	Grupo de entrenamiento ↑ rendimiento neuromuscular ↑ tiempo de marcha ↑ estado físico ↑*calidad de vida (EORTC QLQ-C30) ↑* tiempo de realización de la actividad física ↑ aptitud física	Cualquier aumento en la actividad física, ya sea desencadenada por la intervención o de manera espontánea, se relaciona con la mejora de la calidad de vida en pacientes con CM. Por lo tanto, incluso una motivación de los pacientes de CM para hacer ejercicio después del tratamiento podría ser suficiente para mejorar su actividad física y la calidad de vida, al menos entre los que tienden a ser físicamente activos.

♀: Mujer; CM: Cáncer de mama; IQ: Intervención quirúrgica; ↑: Aumento; ↑*: Aumento estadísticamente significativo; ↓: Descenso; ↓*: Descenso estadísticamente significativo; †: Minutos; VO₂max: Volumen máximo de oxígeno.

El presente estudio tiene por objeto revisar de forma sistemática las intervenciones de AF para las mujeres con CM en estadios tempranos que no están bajo tratamiento de quimioterapia y/o radioterapia, con el fin de determinar su eficacia como una estrategia de recuperación de los pacientes y también proporcionar directrices básicas para una correcta prescripción de ejercicio en esta población. Los resultados proporcionados podrían ser considerados de interés por los profesionales responsables de la prescripción de ejercicio físico como parte del proceso de tratamiento o la rehabilitación de esta población. Los estudios incluidos en este trabajo son ensayos controlados aleatorios que se consideran los *gold standards* para examinar si existe una relación de causa-efecto entre la realización de AF y los posibles beneficios en pacientes de CM²¹.

Los resultados más relevantes de esta revisión sistemática indican que las mujeres que han recibido quimioterapia y/o radioterapia para el CM, y realizan varias formas de la actividad física y ejercicio que han mejorado la salud física^{20,22-27}, la salud psicológica^{20,23,24,27}, la CV^{20,24-28} y que han conseguido la disminución de la fatiga²⁰. Algunos estudios han mostrado mejorías en las funciones específicas de capacidad física como el consumo máximo de oxígeno (VO₂max)^{20,23}, la fuerza muscular^{20,22,23,27} y el rendimiento muscular²⁶. Otros hallazgos de tipo metabólico incluyen posibles efectos positivos sobre la densidad mineral ósea²⁰. Además, dos estudios reportaron mejoras en la disminución del linfedema en los miembros superiores^{22,27}.

La prescripción de AF tras la etapa post-quirúrgica y los tratamientos de quimioterapia y/o radioterapia, se realizó teniendo en cuenta en las limitaciones que sufren estas mujeres. Sin embargo, fueron excluidas aquellas mujeres que tenían comorbilidades asociadas al CM (problemas cardiovasculares, problemas respiratorios, hipertensión, anemia, riesgo de fracturas, diabetes), que se encontraban en estadio IV metastásico y tenían algún tipo de impedimento intrínseco en la realización de AF. Los tumores primarios del seno típicamente no matan; esto ocurre como resultado de la diseminación/metástasis del cáncer a sitios secundarios en el cuerpo. De hecho, las tasas de supervivencia a 5 años son del 99% para el cáncer de mama localizado, 84% para el estadio regional (ganglios linfáticos cercanos) y 23% para las metástasis (órganos distantes) y ganglios linfáticos^{3,5}. Por esta razón se justifica la realización de AF, posterior a intervención quirúrgica y a la aplicación de quimioterapia y/o radioterapia, al reducir los niveles de estrógenos circulantes²⁹, que potencialmente enlentece o detiene el crecimiento de tumores sensibles a las hormonas al bloquear la habilidad del cuerpo para producir hormonas o al interferir con efectos de hormonas en las células cancerosas de seno, lo que supondría disminuir el riesgo de desarrollar metástasis³⁰. Aunque se sugiere³¹ que la realización de AF de manera continuada para que las mujeres alcancen un estado físicamente óptimo que permita mantener los estrógenos suficientemente bajos como para no interactuar con los receptores localizados en las células cancerosas de seno sensibles a las hormonas y así evitar cambios en la expresión de genes específicos, los cuales pueden estimular el crecimiento celular.

Actividad física

Con respecto a la prescripción de la AF en el CM existen varias formas de planificación del tipo de entrenamiento buscando el que sea

potencialmente más beneficioso para el paciente y siempre adaptándolo a su estado³¹. En esta revisión, siete estudios incluían entrenamientos aeróbicos (EA)^{20,22-26,28}, algunos de ellos^{22,24-26} era el único tipo de AF. La realización de AF con EA en monoterapia^{22,24-26} podrían deberse a la posibilidad de complicaciones asociadas a la aparición del linfedema secundario por la incorporación del entrenamiento de fuerza (EF) en los miembros superiores (MMSS) de estos pacientes. Sin embargo, Speck et al.²⁷ aplicaban solamente EF observando la desaparición de los síntomas y las exacerbaciones del linfedema. Otros estudios realizaban un trabajo concurrente donde combinaban el EF conjuntamente con el de EA^{20,23,28}. Además, Musanti et al.²³ y Moros et al.²⁸ incorporan un trabajo de flexibilidad al final de la sesión de entrenamiento.

Entrenamiento aeróbico

Existen muchas variedades de EA, que establecen algunas rutinas específicas: a) Actividades de impacto: las cuales además de servir como calentamiento previo a los entrenamientos, son muy utilizadas por que favorecen la regeneración ósea y previenen la osteoporosis²⁸. La realización de este tipo de ejercicio se incrementará de forma progresiva la intensidad durante la sesión^{20,22-24,28}; b) Bicicleta estática permite combinar con ejercicios respiratorios e incluso con ejercicios de fortalecimiento de MMSS²⁸; c) Marcha nórdica "nordic walk" (NW): forma de caminata que utiliza bastones para ayudarse al caminar, involucrando el tronco y las MMSS durante la caminata²²; d) Correr o caminar: es el EA básico en los pacientes de los estudios^{20,23-26}.

Los EA, se prescriben con el objetivo de aumentar la capacidad aeróbica y funcional que está disminuida en los pacientes con CM, generalmente tras recibir tratamiento oncológico³¹. El estado físico evalúa el nivel de aptitud fisiológica o capacidad de ejercicio, desde esta perspectiva la evaluación directa mediante el VO₂max^{20,23} y el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)²⁴ o indirectas con la medición del tiempo e intensidad de la AF^{25,26} realizadas, han mostrado mejorías significativas en las funciones específicas de capacidad física en los pacientes de CM tras la realización de los protocolos de AF.

Entrenamiento de fuerza

El objetivo de los EF es evitar la pérdida de masa y fuerza muscular producida por el CM y los tratamientos médicos oncológicos. Además, las terapias más agresivas llevan asociadas problemas de desnutrición, lo que da lugar a anorexia o caquexia, que incrementa la degeneración muscular³¹. Se observaron incrementos^{22,23} de la fuerza muscular algunos significativos^{20,27} que además reflejaron una mejor imagen corporal, que implica el aspecto psicológico de especial relevancia en la lucha de superación de la enfermedad del CM. Estas mejoras asociadas al EF en el músculo esquelético podrían derivarse de la desregulación transcripcional de las proteínas MURF-1, ATROGIN-1, las cuales se ven aumentadas durante el CM y los tratamientos de quimioterapia y/o radioterapia¹². MURF-1, ATROGIN-1 se han identificado como enzimas ligasas participantes en la proteólisis muscular mediada por ubiquitina E3 que es una de las principales vías que regulan la degradación de las proteínas musculares, y este sistema desempeña un papel central en el control del tamaño muscular³².

Además, la práctica de AF produce recuperación de fibras tipo II, perdidas tras la quimioterapia y/o radioterapia o por los procesos de caquexia neoplásica³¹, proporcionando una mejora en la actividad y velocidad contráctil del músculo esquelético que proporcionarían mejoras de la fuerza^{20,22,23,27}.

Entrenamientos de flexibilidad

Los entrenamientos de flexibilidad (EFx) son prescritos conjuntamente con otro tipo de entrenamientos^{23,27,28} para aumentar la movilidad articular, sobre todo en aquellas pacientes que han sido intervenidas y la zona está bastante retraída por la musculatura mejorando la movilidad y la capacidad funcional de la zona afectada.

Control del linfedema

Los pacientes CM que se involucraron en un programa exclusivo EF de MMSS y miembros inferiores (MMII)²⁷ no sólo aumentaron significativamente la fuerza, sino que también tuvo una menor incidencia y gravedad del linfedema. El estudio de Di Blasio *et al.*²² reporta que NW es eficaz para la reducción del linfedema, disminuyendo significativamente el diámetro del brazo y antebrazo homolateral además de establecer como mecanismo de prevención frente a las exacerbaciones. Probablemente el mecanismo de ejecución de la NW que implica un ciclo de apertura y cierre de manos creando un efecto de bombeo, que favorece la circulación sanguínea y linfática mediante la contracción de las extremidades superiores. La NW es acompañado del método *ISA method* (específico para sobrevivientes de cáncer de mama) usado con el objetivo de calentar las articulaciones de manera suave, disminuir la tensión y además ayuda a disminuir el linfedema. Por tanto, la reducción del linfedema proporciona un aumento del espacio efectivo contráctil que aumenta la fuerza del MMSS y también, mejora la imagen corporal.

Mejora de la fatiga

La interleucina 6 (IL-6) se ha asociado con los síntomas de fatiga, que son los más comunes y su acción es devastadora entre los pacientes de CM por estar asociados a procesos de inflamación crónica. Además de estar asociado con la fatiga, el IL-6 es un biomarcador predictivo de supervivencia en personas con CM metastásico¹², porque la IL-6 desempeña un papel clave en el desarrollo, la progresión, el riesgo del CM. Lahart *et al.*³¹ ha descrito que la AF disminuye la fatiga en personas con CM específicamente, está mejora podría estar asociada a la reducción de IL-6 y de otras citoquinas (IL-2, IL-8 y TNF α)^{12,15}. Por lo tanto, este hallazgo podría ayudar a incorporar las rutinas de AF que se han asociado con una tendencia favorable en la supervivencia debido al ejercicio en varias poblaciones de cáncer¹⁵. En este sentido la medición directa de la fatiga por Dieli-Conwright *et al.*²⁰ observaron una disminución significativa que permitió la mejora significativa de la condición física de los pacientes de CM con respecto al inicio del estudio. Esta disminución de la fatiga se pone de manifiesto de manera indirecta^{25,26} porque estos pacientes son capaces de incrementar significativamente el tiempo y la intensidad en la práctica de AF que suponen una mejora en el estado físico sin aparición de la fatiga.

Aspectos psicológicos

El impacto que la enfermedad del CM tiene en la mayoría de las supervivientes, en algún momento del transcurso de la enfermedad, tendrá efectos secundarios a nivel psicológico relacionados con la propia enfermedad o los tratamientos de oncología médica que el paciente recibe. La depresión y la baja autoestima están asociados por una parte a los cambios físicos por los que la mujer pasa durante la enfermedad y por otra se relacionan con la soledad³¹. Para tratar de combatir estas secuelas psicológicas, los estudios de AF en pacientes con CM^{20,23,24,27} han reportado mejoras de estos factores psicológicos como: aumento del estado de ánimo, disminución de la ansiedad y depresión, incremento de la autoestima y de la autopercepción de la imagen. Además del propio beneficio para el paciente también lo es para sus familias. Estas mejoras del perfil psicológico afectan de manera muy beneficiosa sobre la CV.

Calidad de vida de los pacientes

La CV se puede relacionar con todos los aspectos de la vida de una persona, pero en el campo de la oncología este término se centra en la salud del paciente³³. En la actualidad, la atención se ha centrado en la calidad y no sólo en la cantidad de vida. La terapia no farmacológica de la AF, debería ser evaluada en función de si es más probable conseguir una vida digna de ser vivida, tanto en términos sociales y psicológicos, como en términos físicos. Evaluando el estado de salud de un individuo y los posibles beneficios y riesgos que pueden derivarse de la AF³⁴.

La evaluación de la calidad de vida se realizó por cuestionarios validados, *European Organisation for Research and Treatment of Cancer (EORTC) questionnaire* (EORTC QLQC30)^{24,26,28}, *Functional Assessment of Cancer Therapy (FACT)*^{20,25}, *Short Form-36 Health Survey (SF-36)*^{20,27}. En los todos los estudios^{20,24-28} se produce una mejora significativa de la CV con respecto al grupo control, estos resultados son consistentes con otros publicados^{9,16,31,34}. De manera general de la CV está influenciada por la evolución beneficiosa que se obtiene en las percepciones de la imagen corporal, la autoestima, el estado de ánimo tras la realización de los programas de AF. Además, la adherencia a la terapia de AF, se ve favorecida por las mejoras de la CV, lo que fomentaría la introducción de la AF como un hábito continuo en los pacientes de CM y redundaría en todos los beneficios para la salud descritos a largo plazo^{15,16}.

Conclusión

La realización de AF, con rutinas de EA y EF, estimulan la mejora del estado físico y psicológico de los pacientes de CM. La realización de AF da lugar a incrementos de la fuerza muscular y el VO₂max, la reducción de la fatiga y de linfedema, mejoras en la autoestima y en la autopercepción de la imagen que producen un efecto beneficioso directo sobre la CV de los pacientes de CM.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Servicio de Oncología Médica del Hospital Clínico Universitario de Salamanca y al Instituto de Estudios de Ciencias de la Salud de Castilla y León (ICSYL) por su apoyo y colaboración a lo largo del proceso de realización de este estudio.

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflicto de interés alguno.

Bibliografía

- Hanahan D, Weinberg RA. Hallmarks of cancer: the next generation. *Cell*. 2011;144:646-74.
- Naghavi M, Abajobir AA, Abbafati C, Abbas KM, Abd-Allah F, Abera SF, et al. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2017;390:1151-210.
- O'Shaughnessy J. Extending survival with chemotherapy in metastatic breast cancer. *Oncologist*. 2005;10:20-9.
- Wang J, Chang S, Li G, Sun Y. Application of liquid biopsy in precision medicine: opportunities and challenges. *Front Med*. 2017;11:522-7.
- Senkus E, Kyriakides S, Ohno S, Penault-Llorca F, Poortmans P, Rutgers E, et al. Primary breast cancer: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol*. 2015;26:v8-30.
- Berger AM, Gerber LH, Mayer DK. Cancer-related fatigue: implications for breast cancer survivors. *Cancer*. 2012;118:2261-9.
- Gilliam LA, St. Clair DK. Chemotherapy-induced weakness and fatigue in skeletal muscle: the role of oxidative stress. *Antioxid Redox Signaling*. 2011;15:2543-63.
- Coughlin SS, Caplan LS, Williams V. Home-based physical activity interventions for breast cancer patients receiving primary therapy: a systematic review. *Breast Cancer Res Treat*. 2019;178:513-22.
- Gebruers N, Camberlin M, Theunissen F, Tjalma W, Verbelen H, Van Soom T, et al. The effect of training interventions on physical performance, quality of life, and fatigue in patients receiving breast cancer treatment: a systematic review. *Support Care Cancer*. 2019;27:109-22.
- Coffey VG, Hawley JA. The molecular bases of training adaptation. *Sports Med*. 2007;37:737-63.
- Egan B, Zierath JR. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metab*. 2013;17:162-84.
- Møller AB, Lønbro S, Farup J, Voss TS, Rittig N, Wang J, et al. Molecular and cellular adaptations to exercise training in skeletal muscle from cancer patients treated with chemotherapy. *J Cancer Res Clinical Oncol*. 2019;145:1449-60.
- Møller AB, Voss TS, Vendelbo MH, Pedersen SB, Møller N, Jessen N. Insulin inhibits autophagy signaling independent of counterregulatory hormone levels but does not affect the effects of exercise. *J Applied Physiol*. 2018;125:1204-9.
- Stefanetti RJ, Lamon S, Wallace M, Vendelbo MH, Russell AP, Vissing K. Regulation of ubiquitin proteasome pathway molecular markers in response to endurance and resistance exercise and training. *Pflügers Arch*. 2015;467:1523-37.
- Meneses-Echávez JF, Correa-Bautista JE, González-Jiménez E, Río-Valle JS, Elkins MR, Lobelo F, et al. The effect of exercise training on mediators of inflammation in breast cancer survivors: a systematic review with meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2016;25:1009-17.
- Buffart L, Galvão DA, Brug J, Chinapaw M, Newton RU. Evidence-based physical activity guidelines for cancer survivors: current guidelines, knowledge gaps and future research directions. *Cancer Treat Rev*. 2014;40:327-40.
- Hamer J, Warner E. Lifestyle modifications for patients with breast cancer to improve prognosis and optimize overall health. *CMJA*. 2017;189:E268-E274.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009;6:e1000100.
- Law M, Stewart C, Pollock N, Letts L, Bosch J, Westmorland M. *McMaster Critical Review Form-Quantitative Studies*. Hamilton, Ontario: McMaster University Occupational Therapy Evidence-Based Practice Research Group. 1998.
- Dieli-Conwright CM, Courneya KS, Demark-Wahnefried W, Sami N, Lee K, Sweeney FC, et al. Aerobic and resistance exercise improves physical fitness, bone health, and quality of life in overweight and obese breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Breast Cancer Res*. 2018;20:124.
- Barton S. Which clinical studies provide the best evidence?: The best RCT still trumps the best observational study. *BMJ*. 2019;321:255-6.
- Di Blasio A, Morano T, Bucci I, Di Santo S, D'Arielli A, Castro CG, et al. Physical exercises for breast cancer survivors: effects of 10 weeks of training on upper limb circumferences. *Journal Phys Ther Sci*. 2016;28:2778-84.
- Musanti R. A study of exercise modality and physical self-esteem in breast cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44:352-61.
- Patsou ED, Alexias GT, Anagnostopoulos FG, Karamouzis MV. Physical activity and sociodemographic variables related to global health, quality of life, and psychological factors in breast cancer survivors. *Psychol Res Manag*. 2018;11:371-81.
- Rogers LQ, Courneya KS, Anton PM, Hopkins-Price P, Verhulst S, Vicari SK, et al. Effects of the BEAT Cancer physical activity behavior change intervention on physical activity, aerobic fitness, and quality of life in breast cancer survivors: a multicenter randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat*. 2015;149:109-19.
- Saarto T, Penttinen HM, Sievänen H, Kellokumpu-Lehtinen P-L, Hakamies-Blomqvist L, Nikander R, et al. Effectiveness of a 12-month exercise program on physical performance and quality of life of breast cancer survivors. *Anticancer Res*. 2012;32:3875-84.
- Speck RM, Gross CR, Hormes JM, Ahmed RL, Lytle LA, Hwang W-T, et al. Changes in the body image and relationship scale following a one-year strength training trial for breast cancer survivors with or at risk for lymphedema. *Breast Cancer Res Treat*. 2010;121:421-30.
- Moros MT, Ruidiaz M, Caballero A, Serrano E, Martínez V, Tres A. Ejercicio físico en mujeres con cáncer de mama. *Rev Med Chil*. 2010;138:715-22.
- Sokoloff NC, Misra M, Ackerman KE. Exercise, training, and the hypothalamic-pituitary-gonadal axis in men and women. *Front Horm Res*. 2016;47:27-43.
- Pizot C, Boniol M, Mullie P, Koechlin A, Boniol M, Boyle P, et al. Physical activity, hormone replacement therapy and breast cancer risk: A meta-analysis of prospective studies. *Eur J Cancer*. 2016;52:138-54.
- Lahart IM, Metsios GS, Nevill AM, Carmichael AR. Physical activity for women with breast cancer after adjuvant therapy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018;1:CD011292
- Gumucio JP, Mendias CL. Atrogin-1, MuRF-1, and sarcopenia. *Endocrine*. 2013;43:12-21.
- Recalde M, Samudio M. Calidad de vida en pacientes con cáncer de mama en tratamiento oncológico ambulatorio en el Instituto de Previsión Social en el año 2010. *Mem Inst Investig Cienc Salud*. 2012;10:13-29.
- Arraras JL, Martínez M, Manterota A, Laínez N. La evaluación de la calidad de vida del paciente oncológico. El grupo de calidad de vida de la EORTC. *Psicooncología*. 2004;1:87-98.



Sociedad Española de Medicina del Deporte



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
SAN ANTONIO



XVIII CONGRESO INTERNACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE

UNIVERSIDAD, CIENCIA Y MEDICINA AL SERVICIO DEL DEPORTE



Nueva fecha
25-27 de noviembre de 2021

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

UCAM

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

XVIII Congreso Internacional de la Sociedad Española de Medicina del Deporte

Fecha

25-27 de Noviembre de 2021

Lugar

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

Secretaría Científica

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

Secretaría Técnica

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

SESIONES PLENARIAS Y PONENCIAS OFICIALES

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

Idioma oficial

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

2020		
32nd FIEP World Congress / 12th International Seminar for Physical Education Teachers / 15th FIEP European Congress	2-8 Agosto Jyväskylä (Finlandia)	Información: Branislav Antala E-mail: antala@fsport.uniba.sk
2020 Yokohama Sport Conference	8-12 Septiembre Yokohama (Japón)	web http://yokohama2020.jp/overview.html
International Congress of Dietetics	15-18 Septiembre Cape Town (Sudáfrica)	web: http://www.icda2020.com/
XXXVI Congreso Mundial de Medicina del Deporte	24-27 Septiembre Atenas (Grecia)	www.globalevents.gr
VIII Congreso HISPAMEF	15-17 Octubre Cartagena de Indias (Colombia)	web: http://hispacef.com/viii-congreso-hispacef-15-17-de-2020/
XXIX Isokinetic Medical Group Conference: Football Medicine	24-26 Octubre Lyon (Francia)	web: www.footballmedicinesstrategies.com
26th TAFISA World Congress	13-17 Noviembre Tokyo (Japón)	web: www.icsspe.org/sites/default/files/e9_TAFISA%20World%20Congress%202019_Flyer.pdf
2021		
Congreso Mundial de Psicología del Deporte	1-5 Julio Taipei (Taiwan)	web: https://www.issponline.org/index.php/events/next-world-congress
26th Annual Congress of the European College of Sport Science	7-10 Julio Glasgow (Reino Unido)	E-mail: office@sport-science.org
22nd International Congress of Nutrition (ICN)	14-19 Septiembre Tokyo (Japón)	web: http://icn2021.org/
European Federation of Sports Medicine Associations (EFSMA) Conference 2021	28-30 Octubre Budapest (Hungria)	web: http://efsma.eu/
Congreso Mundial de Podología	Barcelona	web: www.fip-ifp.org
XVIII Congreso Internacional SEMED-FEMEDE	25-27 Noviembre Murcia	web: www.femede.es
2022		
8th IWG World Conference on Women and Sport	5-8 Mayo Auckland (N. Zelanda)	web: http://iwgwomenandsport.org/world-conference/
XXXVII Congreso Mundial de Medicina del Deporte FIMS	Septiembre Guadalajara (México)	web: www.femmede.com.mx

Cursos on-line SEMED-FEMEDE

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

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

Curso "ANTROPOMETRÍA PARA SANITARIOS. ASPECTOS TEÓRICOS"

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

Curso "PREVENCIÓN DEL DOPAJE PARA MÉDICOS"

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

Curso "PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO PARA PACIENTES CRÓNICOS"

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

Curso "ENTRENAMIENTO, RENDIMIENTO, PREVENCIÓN Y PATOLOGÍA DEL CICLISMO"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias y a los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, destinado al conocimiento de las prestaciones y rendimiento del deportista, para que cumpla con sus expectativas competitivas y de prolongación de su práctica deportiva, y para que la práctica deportiva minimice las consecuencias que puede tener para su salud, tanto desde el punto de vista médico como lesional.

Curso "FISIOLOGÍA Y VALORACIÓN FUNCIONAL EN EL CICLISMO"

Curso dirigido a los titulados de las diferentes profesiones sanitarias y a los titulados en ciencias de la actividad física y el deporte, destinado al conocimiento profundo de los aspectos fisiológicos y de valoración funcional del ciclismo.

Curso "CARDIOLOGÍA DEL DEPORTE"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos para el estudio del sistema cardiocirculatorio desde el punto de vista de la actividad física y deportiva, para diagnosticar los problemas cardiovasculares que pueden afectar al deportista, conocer la aptitud cardiológica para la práctica deportiva, realizar la prescripción de ejercicio y conocer y diagnosticar las enfermedades cardiovasculares susceptibles de provocar la muerte súbita del deportista y prevenir su aparición.

Curso "ELECTROCARDIOGRAFÍA PARA MEDICINA DEL DEPORTE"

Curso dirigido a médicos destinado a proporcionar los conocimientos específicos para el estudio del sistema cardiocirculatorio desde el punto de vista del electrocardiograma (ECG).

Curso "AYUDAS ERGOGÉNICAS"

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

Curso "ALIMENTACIÓN, NUTRICIÓN E HIDRATACIÓN EN EL DEPORTE"

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

Curso "ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN EN EL DEPORTE"

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

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

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

Más información:
www.femede.es

Normas de publicación de Archivos de Medicina del Deporte

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

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

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

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

Envío de manuscritos

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

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

Después se escribirá el texto del trabajo y la bibliografía.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Normas de publicación

- que se encuentra en la web de la revista archivos de Medicina del Deporte.
- i. **Declaración de conflicto de intereses.** Cuando exista alguna relación entre los autores de un trabajo y cualquier entidad pública o privada de la que pudiera derivarse un conflicto de intereses, debe de ser comunicada al Editor. Los autores deberán cumplimentar un documento específico.
En el sistema de gestión editorial de la revista se encuentran modelos de los documentos anteriores.
4. La extensión del texto variará según la sección a la que vaya destinado:
 - a. **Originales:** Máximo de 5.000 palabras, 6 figuras y 6 tablas.
 - b. **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: Badius R. *Ecografía muscular de la extremidad inferior. Sistemática de exploración y lesiones en el deporte*. Barcelona. Editorial Masson; 2005. p. 34.
 - **Material electrónico,** artículo de revista electrónica: Ejemplo: Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. *Emerg Infect Dis*. (revista electrónica) 1995 JanMar (consultado 0501/2004).
Disponible en: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>
7. La Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE comunicará la recepción de los trabajos enviados e informará con relación a la aceptación y fecha posible de su publicación.
 8. ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE, oídas las sugerencias de los revisores (la revista utiliza el sistema de corrección por pares), podrá rechazar los trabajos que no estime oportunos, o bien indicar al autor aquellas modificaciones de los mismos que se juzguen necesarias para su aceptación.
 9. La Dirección y Redacción de ARCHIVOS DE MEDICINA DEL DEPORTE no se responsabilizan de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores de sus trabajos.
 10. Envío de los trabajos: Los trabajos destinados a publicación en la revista Archivos de Medicina del Deporte se enviarán a través del sistema de gestión editorial de la revista (<http://archivosdemedicinadeldeporte.com/revista/index.php/amd>).

Ética

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

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

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

Campaña de aptitud física, deporte y salud



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

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



UCAM Universidad Católica San Antonio de Murcia

Campus de los Jerónimos,
Nº 135 Guadalupe 30107

(Murcia) - España

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



UCAM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE MURCIA