

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 7 Número. 1

Marzo 2014



RAMD

Originales

Thermographic profile of soccer players' lower limbs

Influence of cryotherapy on muscle damage markers in jiu-jitsu fighters after competition: a cross-over study

Performance da equipe do Barcelona e seus adversários nos jogos finais da Champions League e da Copa do Mundo de Clubes FIFA 2010

Espessura carotídea, idade vascular e treinamento físico na síndrome metabólica

Revisión

Evidencias científicas sobre la eficacia y seguridad de la dieta proteinada.
Dieta proteinada y ejercicio físico

Efectos de los programas de intervención enfocados al tratamiento del sobrepeso/obesidad infantil y adolescente

Caso clínico

Fatiga percibida y características psicológicas relacionadas con el rendimiento en la rehabilitación de una lesión futbolística: estudio de un caso

ISSN: 1888-7546

MEDICINA INTERNA Y CARDIOLOGÍA, FISIOLOGÍA, NUTRICIÓN, BIOQUÍMICA Y CINEANTROPOMETRÍA, PSICOLOGÍA,
APARATO LOCOMOTOR, BIOMECÁNICA, RECUPERACIÓN FUNCIONAL Y LABORATORIO MUSCULAR

Centro Andaluz de Medicina del Deporte

ALMERÍA

c/ Isla de Fuerteventura, s/n
04071 (Almería)
Teléfono: 950 884 039
Fax: 955 540 623
camd.almeria.ccd@juntadeandalucia.es

CÁDIZ

Complejo Deportivo Bahía Sur
(Paseo Virgen del Carmen, s/n)
11100, San Fernando (Cádiz)
Teléfono: 956 902 270
Fax: 955 540 623
camd.cadiz.ccd@juntadeandalucia.es

CÓRDOBA

Inst. Deportivas Munic. Vista Alegre
(Plaza Vista Alegre, s/n)
14071 (Córdoba)
Teléfono: 957 743 007
Fax: 955 540 623
camd.cordoba.ccd@juntadeandalucia.es

GRANADA

Hospital San Juan de Dios
(San Juan de Dios, s/n)
18071, Granada
Teléfono: 958 980 018
Fax: 955 540 623
camd.granada.ccd@juntadeandalucia.es

HUELVA

Ciudad Deportiva de Huelva
(Avda. Manuel Siurot, s/n)
21071, Huelva
Teléfono: 959 076 073
Fax: 955 540 623
camd.huelva.ccd@juntadeandalucia.es

JAÉN

Ctra. Madrid, 23
(esq. c/ Ana María Noguerras s/n)
23009 (Jaén)
Teléfono: 953 362 086
Fax: 955 540 623
camd.jaen.ccd@juntadeandalucia.es

MÁLAGA

Inst. Deportivas de Carranque
(Avda. Santa Rosa de Lima, s/n)
29071, Málaga
Teléfono: 951 917 029
Fax: 955 540 623
camd.malaga.ccd@juntadeandalucia.es

SEVILLA

Glorieta Beatriz Manchón, s/n
(Isla de la Cartuja)
41092, Sevilla
Teléfono: 955 540 186
Fax: 955 540 623
camd.sevilla.ccd@juntadeandalucia.es



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE
Centro Andaluz de Medicina del Deporte

www.junta-andalucia.es/culturaydeporte/web/camd

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte*

Editor

Marzo Edir Da Silva Grigoletto
editor.ramd.ccd@juntadeandalucia.es

Coeditor

Juan de Dios Beas Jiménez
coeditor.ramd.ccd@juntadeandalucia.es

Coordinación Editorial

Covadonga López López

Comité Editorial

José Ramón Alvero Cruz
(Universidad de Málaga, España)

Eloy Cárdenas Estrada
(Universidad de Monterrey, México)

José Alberto Duarte
(Universidade do Porto, Portugal)

Russell Foulk
(University of Washington, USA)

Juan Manuel García Manso
(Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España)

Alexandre García Mas
(Universidad de las Islas Baleares, España)

Ary L. Goldberger
(Harvard Medical School, Boston, USA)

Nicola A. Maffiuletti
(Schulthess Klinik, Zürich, Suiza)

Estélio Henrique Martin Dantas
(Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil)

José Naranjo Orellana
(Universidad Pablo Olavide, España)

Sergio C. Oehninger
(Eastern Virginia Medical School, USA)

Fátima Olea Serrano
(Universidad de Granada, España)

Juan Ribas Serna
(Universidad de Sevilla, España)

Jesús Rodríguez Huertas
(Universidad de Granada, España)

Nick Stergiou
(University of Nebraska, USA)

Carlos de Teresa Galván
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

Carlos Ugrinowitsch
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Comité Científico

Xavier Aguado Jódar
(Universidad de Castilla-La Mancha, España)

Guillermo Álvarez-Rey
(Universidad de Málaga, España)

Natàlia Balagué
(Universidad de Barcelona, España)

Benno Becker Junior
(Universidade Luterana do Brasil, Brasil)

Ciro Brito
(Universidade Católica de Brasília, Brasil)

João Carlos Bouzas
(Universidade Federal de Viçosa, Brasil)

Antonio Cesar Cabral de Oliveira
(Sociedade Brasileira de Actividade Física e Saúde, Brasil)

Luis Carrasco Páez
(Universidad de Sevilla, España)

Manuel J. Castillo Garzón
(Universidad de Granada, España)

Ramón Antonio Centeno Prada
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

Madalena Costa
(Harvard Medical School, Boston, USA)

Ivan Chulvi Medrano
(Servicio de Actividad Física de NOWYOU, España)

Moisés de Hoyo Lora
(Universidad de Sevilla, España)

Borja de Pozo Cruz
(Universidad de Auckland, New Zeland)

Clodoaldo Antonio de Sá
(Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Brasil)

Miguel del Valle Soto
(Universidad de Oviedo, España)

Benedito Denadai
(Universidade Estadual de Campinas, Brasil)

Elsa Esteban Fernández
(Universidad de Granada, España)

Juan Marcelo Fernández
(Hospital Reina Sofía, España)

Guadalupe Garrido Pastor
(Universidad Politécnica de Madrid, España)

José Ramón Gómez Puerto
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

Juan Ramón Heredia
(Instituto Internacional de Ciencia del Ejercicio Físico y de la Salud, España)

Mikel Izquierdo
(CEIMD, Gobierno de Navarra, España)

José Carlos Jaenes
(Universidad Pablo Olavide, España)

Roberto Jerônimo dos Santos Silva
(Universidade Federal de Sergipe, Brasil)

David Jiménez Pavón
(Universidad de Zaragoza, España)

Carlos Lago Peñas
(Universidad de Vigo, España)

Fernando Martín
(Universidad de Valencia, España)

Italo Monetti
(Club Atlético Peñarol, Uruguay)

Alexandre Moreira
(Universidade de São Paulo, Brasil)

Elisa Muñoz Gomariz
(Hospital Universitario Reina Sofía, España)

Dartagnan Pinto Guedes
(Universidad de Estadual de Londrina, Brasil)

Carlos Roberto Rodrigues Santos
(Universidade Federal de Sergipe, Brasil)

David Rodríguez Ruiz
(Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España)

España)

Manuel Rosety Plaza
(Universidad de Cádiz, España)

Carlos Ruiz Cosano
(Universidad de Granada, España)

Jonatan Ruiz Ruiz
(Universidad de Granada, España)

Borja Sañudo Corrales
(Universidad de Sevilla, España)

Nicolás Terrados Cepeda
(Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias)

Francisco Trujillo Berraquero
(Hospital U. Virgen Macarena, España)

Diana Vaamonde Martín
(Universidad de Córdoba, España)

Alfonso Vargas Macías
(Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, España)

Bernardo Hernán Viana Montaner
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)



Travessera de Gràcia, 17-21
Tel.: 932 000 711
08021 Barcelona

José Abascal, 45
Tel.: 914 021 212
28003 Madrid

Publicación trimestral (4 números al año).

© Copyright 2014 Centro Andaluz de Medicina del Deporte
Glorieta Beatriz Manchón, s/n (Isla de la Cartuja) 41092 Sevilla
Reservados todos los derechos. El contenido de la presente publicación no puede ser reproducido, ni transmitido por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética, ni registrado por ningún sistema de recuperación de información, en ninguna forma, ni por ningún medio, sin la previa autorización por escrito del titular de los derechos de explotación de la misma. ELSEVIER ESPAÑA, a los efectos previstos en el artículo 32.1 párrafo segundo del vigente TRLPI, se opone de forma expresa al uso parcial o total de las páginas de REVISTA ANDALUZA DE MEDICINA DEL DEPORTE con el propósito de elaborar resúmenes de prensa con fines comerciales.
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.

Ni Elsevier ni el CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE tendrán responsabilidad alguna por las lesiones y/o daños sobre personas o bienes que sean el resultado de presuntas declaraciones difamatorias, violaciones de derechos de propiedad intelectual, industrial o privacidad, responsabilidad por producto o negligencia. Tampoco asumirán responsabilidad alguna por la aplicación o utilización de los métodos, productos, instrucciones o ideas descritos en el presente material. En particular, se recomienda realizar una verificación independiente de los diagnósticos y de las dosis farmacológicas.

Aunque el material publicitario se ajusta a los estándares éticos (médicos), su inclusión en esta publicación no constituye garantía ni refrendo alguno de la calidad o valor de dicho producto, ni de las afirmaciones realizadas por su fabricante.

REVISTA ANDALUZA DE MEDICINA DEL DEPORTE se distribuye exclusivamente entre los profesionales de la salud.

Disponible en internet: www.elsevier.es/RAMD

Protección de datos: Elsevier España, S.L., declara cumplir lo dispuesto por la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal

Papel ecológico libre de cloro.
Esta publicación se imprime en papel no ácido.
This publication is printed in acid-free paper.

Correo electrónico:
ramd.ccd@juntadeandalucia.es

Impreso en España

Depósito legal: SE-2821-08
ISSN: 1888-7546
Publicada en Sevilla (España)

*Centro Andaluz de Medicina del Deporte



Dirección

Leocricia Jiménez López

Coordinación

Salvador Espinosa Soler

Asesoría de Documentación

Clemente Rodríguez Sorroche

Normas de Publicación de la Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Actualizadas en marzo de 2014



CONSIDERACIONES GENERALES

La Revista Andaluza de Medicina del Deporte (ISSN: 1888-7546) es la publicación oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte (órgano dependiente de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte, Junta de Andalucía) y se distribuye de forma gratuita a texto completo. Su periodicidad es trimestral. Se considerarán para publicación aquellos trabajos originales, enviados exclusivamente a la Revista que estén relacionados con la Medicina y Ciencias del Deporte. Todas las contribuciones originales serán evaluadas de forma anónima (doble ciego) por revisores expertos externos designados por el Editor.

Los manuscritos deben elaborarse siguiendo las recomendaciones del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas, disponibles en <http://www.icmje.org/faq.pdf>

ENVÍO DE MANUSCRITOS

Los manuscritos deben remitirse por vía electrónica a través del *Elsevier Editorial System* (EES) en la dirección <http://ees.elsevier.com/ramd>, donde se encuentra la información necesaria para realizar el envío. La utilización de este recurso permite seguir el estado del manuscrito a través la página web.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Todos los manuscritos deben ir acompañados necesariamente de una carta de presentación que se incluirá en la sección **Attach Files** del EES, en la que además de incluir el título del trabajo se indique: 1) La sección de la revista en la que se desea publicar el trabajo. 2) La declaración de que el trabajo es original y no se encuentra en proceso de evaluación por ninguna otra revista científica. 3) La explicación, en un párrafo como máximo, de cuál es la aportación original y la relevancia del trabajo en el área de la revista. 4) La declaración de que los autores han tenido en cuenta las "Responsabilidades éticas" incluidas en estas normas. 5) La declaración de cualquier beca (técnica o económica) de una institución. 6) La confirmación de que los autores firmantes cumplen los requisitos de autoría (es opcional declarar el grado de participación) conforme a lo recogido en el apartado de "Autoría" de estas normas y conforme con lo han declarado en el EES. 7) En el supuesto de que parte del artículo hubiera sido previamente publicado en otra revista (publicación redundante o duplicada), se deberán especificar aquí los detalles y declarar que se está en posesión de los permisos de publicación necesarios por parte del autor y el editor de la misma. 8) La declaración en este punto por cada uno de los autores de la existencia o no de conflicto de intereses y la confirmación de su declaración en la sección **Additional Information** del EES.

OBLIGACIONES DEL AUTOR

1. Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Cuando se describen experimentos que se han realizado en seres humanos se debe indicar si los procedimientos seguidos se ajustaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable (institucional o regional) y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki no va unido a disponible y la dirección de internet debe ponerse entre paréntesis. Sustituir el texto tachado por: Helsinki (disponible en: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>).

Confidencialidad. El autor tiene la obligación de garantizar que se ha cumplido la exigencia de haber informado a todos los pacientes incluidos en el estudio y de haber obtenido su consentimiento informado por escrito para participar en el mismo.

Privacidad. El autor es responsable de garantizar asimismo el derecho a la privacidad de los pacientes, protegiendo su identidad tanto en la redacción de su artículo como en las imágenes.

2. Financiación

Los autores deberán declarar la procedencia de cualquier ayuda económica recibida, reconocer si la investigación ha recibido financiación de los *US National Institutes of Health* o si alguno de los autores pertenece al *Howard Hughes Medical Institute*.

3. Autoría

En la lista de autores deben figurar únicamente aquellas personas que han contribuido intelectualmente al desarrollo del trabajo y que han participado de forma relevante en el diseño y desarrollo de éste.

4. Conflicto de intereses

Existe un conflicto de intereses cuando el autor tuvo/tiene relaciones económicas o personales que han podido sesgar o influir inadecuadamente sus actuaciones.

5. Obtención de permisos

Los autores son responsables de obtener los oportunos permisos para reproducir parcialmente material (texto, tablas o figuras) de otras publicaciones.

6. Publicación redundante o duplicada

La revista no acepta material previamente publicado y no considerará para su publicación manuscritos que estén remitidos simultáneamente a otras revistas, ni publicaciones redundantes o duplicadas.

7. Cobro por páginas extra

En la versión completa de las normas disponibles en: <http://www.elsevier.es/ficheros/NormOrga/284normas.pdf>

<http://zl.elsevier.es/es/revista/revista-andaluza-medicina-del-deporte-284/normas-publicacion>

recogen las indicaciones para la preparación de los diferentes tipos de artículos. Los autores deberán aceptar el compromiso de pago por las páginas maquetadas que excedan del número máximo por sección. Por favor, antes del envío de un artículo, consulte dichas normas.

PROCESO EDITORIAL

El autor, a partir del número de registro que recibirá junto con el acuse de recibo, podrá consultar el estado de su artículo a través del EES en un plazo no superior a seis meses.

En caso de aceptación, el autor responsable de la correspondencia recibirá una prueba de imprenta del artículo. La prueba se revisará y se marcarán los posibles errores, devolviendo las pruebas corregidas a la redacción de la revista en un plazo de 48 horas. De no recibir estas pruebas en el plazo fijado, el Comité Editorial no se hará responsable de cualquier error u omisión que pudiera publicarse. En esta fase de edición del manuscrito, las correcciones introducidas deben ser mínimas (erratas). El equipo editorial se reserva el derecho de admitir o no las correcciones efectuadas por el autor en la prueba de impresión.

TRANSMISIÓN DE DERECHOS

1. Garantías y cesión de derechos de propiedad intelectual. El autor garantiza que los trabajos que remite a Elsevier España, S.L. para su publicación en esta Revista o en cualesquier producto derivado de la misma son originales, inéditos y de su autoría. Igualmente, el autor garantiza, bajo su responsabilidad, que ostenta todos los derechos de explotación sobre los trabajos. Asimismo, el autor garantiza que los trabajos que remite a Elsevier España, S.L. no incumplen la normativa de protección de datos de carácter personal.

2. Cesión de derechos de explotación. El autor cede en exclusiva al Centro Andaluz de Medicina del Deporte con facultad de cesión a terceros, todos los derechos de explotación que deriven de los trabajos que sean aceptados para su publicación en la Revista, para todas las modalidades de explotación para un ámbito territorial mundial y para toda la duración legal de los derechos prevista en el vigente Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual.

En consecuencia, el autor no podrá publicar ni difundir los trabajos que sean seleccionados para su publicación en la Revista, ni total ni parcialmente, ni tampoco autorizar su publicación a terceros, sin la preceptiva autorización expresa, otorgada por escrito, del Centro Andaluz de Medicina del Deporte.

POLÍTICA EDITORIAL

Los juicios y opiniones expresados en los artículos y comunicaciones publicados en la revista son exclusivamente del autor o autores. El equipo editorial y Elsevier España declinan cualquier responsabilidad sobre el material publicado.

La Dirección de la RAMD no se responsabiliza de los conceptos, opiniones o afirmaciones sostenidos por los autores de sus trabajos. Es conveniente que los autores acudan a un número actual de la revista por si se produjese alguna modificación de las normas de publicación.

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 7 Número 1
Marzo 2014 (Págs 1-46)

Sumario

Originales

- 1 Thermographic profile of soccer players' lower limbs
J. C. Bouzas Marins, A. de Andrade Fernandes, D. Gomes Moreira, F. Souza Silva, C. Magno A. Costa, E. M. Pimenta y M. Sillero-Quintana
- 7 Influence of cryotherapy on muscle damage markers in jiu-jitsu fighters after competition: a cross-over study
E. A. Pinho Júnior, C. J. Brito, W. O. Costa Santos, C. Nardelli Valido, E. Lacerda Mendes y E. Franchini
- 13 Performance da equipe do Barcelona e seus adversários nos jogos finais da Champions League e da Copa do Mundo de Clubes FIFA 2010
I. Cambre Añon, C. J. R. Lizana, E. Calazans, J. C. Machado, I. T. da Costa y A. J. Scaglia
- 21 Espesura carotídea, idade vascular e treinamento físico na síndrome metabólica
J. Boufleur Farinha, A. A. Naujorks, C. Reckelberg Azambuja, C. Francieli Spohr, D. Sastre Rossi, C. J. Pereira Haygert y D. Lopes Dos Santos

Revisión

- 27 Evidencias científicas sobre la eficacia y seguridad de la dieta proteinada. Dieta proteinada y ejercicio físico
J. Saura, F. Isidro, J. R. Heredia y V. Segarra
- 33 Efectos de los programas de intervención enfocados al tratamiento del sobrepeso/obesidad infantil y adolescente
D. Rocha Silva, M. Martín-Matillas, A. Carbonell-Baeza, V. A. Aparicio y M. Delgado-Fernández

Caso clínico

- 44 Fatiga percibida y características psicológicas relacionadas con el rendimiento en la rehabilitación de una lesión futbolística: estudio de un caso
R. Liberal, A. García-Mas, M. C. Pérez-Llantada, A. López de la Llave, J. M. Buceta y F. Gimeno

Publication Guidelines of the Revista Andaluza de Medicina del Deporte



Updated in March 2014

GENERAL CONSIDERATIONS

The Revista Andaluza de Medicina del Deporte (ISSN: 1888-7546) is the official publication of the Andalusian Center of Sports Medicine (Centro Andaluz de Medicina del Deporte) (an affiliate of the Council for Culture, Education and Sport in the Autonomous Community of Andalusia) and the complete text is distributed at no cost. It is published quarterly. Those original works exclusively sent to the Journal related with Sports Medicine and Sciences will be considered for publication. All the original contribution will be evaluated anonymously (double blind) by external expert reviewers named by the Editor. The manuscripts should be written following the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors available at <http://www.icmje.org/faq.pdf>

SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

The manuscripts should be submitted electronically through the *Elsevier Editorial System* (EES) at the address <http://ees.elsevier.com/ramd>, which contains the information needed for their submission. This resource makes it possible to follow the status of the manuscript through the web page. The manuscript should be accompanied by a cover letter written in the section of **Enter Comments** of the EES.

COVER LETTER

Every manuscript must be accompanied by a cover letter that will be included in the **Attach Files** section of the EES, in which, in addition to the title of the work, the following should be indicated: 1) The section of the journal where the author wants to publish the work. 2) Statement that the work is original and is not being evaluated by any other scientific journal. 3) Explanation, in one paragraph at most, about the original contribution and importance of the work in the area of the journal. 4) Statement that the authors have taken into consideration the "Ethical Responsibilities" included in these guidelines. 5) Declaration of any grant (technical or economical) from an institution. 6) Statement by the signing authors that they fulfill the requirements of authorship (declaring the degree of participation is optional) in accordance with that stated in the section "Authorship" of these guidelines and in accordance with that which the authors have declared in the EES. 7) If part of the article has been published previously in another journal (redundant or duplicated publication), the details should be stated herein and the author should declare that he/she has obtained the necessary permissions from the corresponding editor. 8) The statement at this point by each one of the authors of the existence or not of conflict of interests and the confirmation of their declaration in the section of **Additional Information** of the EES.

OBLIGATIONS OF THE AUTHOR

1. Ethical responsibilities

Protection of persons and animals. When experiments conducted in human beings are described, it must be indicated if the procedures followed are in accordance with the ethical guidelines of the committee responsible for human experimentation (institutional or regional) and with the World Medical Association and the Declaration of Helsinki available at: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>.

Confidentiality. The author must assure that the requirement of having informed all the patients enrolled in the study has been met and that their written informed consent to participate in it has been obtained.

Privacy. Furthermore, the author is responsible for assuring the right to privacy of the patients, protecting their identity both in the writing of the article and in the images.

2. Funding

The authors must declare the origin of any economic help received, acknowledging if the research has received financing from the *US National Institutes of Health* or if any of the authors belong to the *Howard Hughes Medical Institute*.

3. Authorship

In the list of authors, only those persons who have intellectually contributed to the development of the work and who have significantly participated in its design and development should be listed.

4. Conflict of interests

Conflict of interest exists when the author had/has a financial or personal relation that could have biased or influenced their work inadequately.

5. Obtaining of permissions

The authors are responsible for obtaining the pertinent permissions to partially reproduce material (text, tables or figures) from other publications.

6. Redundant or duplication publication

The journal does not accept previously published material and will not consider manuscripts for publication that are simultaneously submitted to other journals or redundant or duplicated publications.

7. Charge for extra pages

The complete version of the guidelines available at: <http://www.elsevier.es/ficheros/NormOrga/284normas.pdf> <http://z1.elsevier.es/es/revista/revista-andaluza-medicina-del-deporte-284/normas-publicacion> includes the indications for the preparation of the different types of articles. The authors must accept the payment agreement for the layout pages that exceed the maximum number per section. Please, consult these guidelines before sending an article.

PUBLISHING PROCESS

The author, starting from the day when a registry number is assigned, which will be received together with the acknowledgement of receipt of the article, can consult its status within the EES and will be able to know the resolution given in no more than six months.

If accepted, the author responsible for the correspondence will receive a galley proof of the article. The proof should be reviewed and any possible errors marked, returning the corrected proofs to the journal editors in no more than 48 hours. If these proofs are not received within the period established, the Editorial Board will not take responsibility for any error or omission that may be published. In this editing stage of the manuscript, the corrections introduced should be minimum (erratas). The editorial board reserves the right to accept or not accept the corrections made by the authors in the printed proof.

TRANSFER OF COPYRIGHT

1. Guarantees and assignment of intellectual property rights. The author guarantees that the works submitted to Elsevier España, S.L. for publication in this Journal or in any product derived from it are original, unpublished and of his/her authorship. Furthermore, the author guarantees, under his/her responsibility, that he/she holds all the rights of exploitation on the works. The author also guarantees that the works submitted to Elsevier España, S.L. do not breach the rules of protection of personal data.

2. Assignment of exploitation rights. The authors exclusively transfers all the exploitation rights derived from the works that are accepted for publication in the Journal, for all the exploitation modalities for a worldwide territorial scope and for the entire legal duration of the rights foreseen in the currently in force Intellectual Property Law Consolidated Text to the Centro Andaluz de Medicina del Deporte (Andalusian Center for Sports Medicine) with power to transfer to third parties.

Consequently, the author cannot totally or partially publish or disseminate the works that are selected for their publication in the Journal, or authorize their publication to third parties, without the specific prior compulsory approval, granted in writing, from the Centro Andaluz de Medicina del Deporte.

EDITORIAL POLICY

The judgments and opinions expressed in the articles and communications published in the journal are exclusively those of the author(s). The editorial team and Elsevier España decline any responsibility regarding the material published.

The Direction of the RAMD does not take responsibility in regards to the concepts, opinions or statements held by the authors of their works. The authors should consult a current issue of the journal in case any modification is made in the publication rules.

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 7 Number 1

March 2014 (Pages 1-46)

Contents

Original Articles

- 1 Thermographic profile of soccer players' lower limbs
J. C. Bouzas Marins, A. de Andrade Fernandes, D. Gomes Moreira, F. Souza Silva, C. Magno A. Costa, E. M. Pimenta and M. Sillero-Quintana
- 7 Influence of cryotherapy on muscle damage markers in jiu-jitsu fighters after competition: a cross-over study
E. A. Pinho Júnior, C. J. Brito, W. O. Costa Santos, C. Nardelli Valido, E. Lacerda Mendes and E. Franchini
- 13 Performance of Barcelona's team and their opponents in the finals matches of the Champions League and the FIFA Club World Cup 2010
I. Cambre Añon, C. J. R. Lizana, E. Calazans, J. C. Machado, I. T. da Costa and A. J. Scaglia
- 21 Carotid thickness, vascular age and physical training in metabolic syndrome
J. Boufleur Farinha, A. A. Naujorks, C. Reckelberg Azambuja, C. Francieli Spohr, D. Sastre Rossi, C. J. Pereira Haygert and D. Lopes Dos Santos

Review Article

- 27 Scientific evidence on the efficacy and safety of dietary protein. protein diet and exercise
J. Saura, F. Isidro, J. R. Heredia and V. Segarra
- 33 Effects of intervention programs focused on the treatment of overweight/obese children and adolescents
D. Rocha Silva, M. Martín-Matillas, A. Carbonell-Baeza, V. A. Aparicio and M. Delgado-Fernández

Clinical case

- 44 Perceived fatigue and psychological characteristics related to performance during recovery from a football injury: A case study
R. Liberal, A. García-Mas, M. C. Pérez-Llantada, A. López de la Llave, J. M. Buceta and F. Gimeno



SAMEDE

Sociedad Andaluza de Medicina del Deporte

La sociedad científica de los profesionales de la
Medicina de la Educación Física y el Deporte

HAZTE SOCIO

APOYARÁS NUESTRA
ESPECIALIDAD, Y
ADEMÁS, PODRÁS:

Acceder al área reservada de la WEB, en la que obtendrás información confidencial de la Especialidad, de nuestra Sociedad Científica y de informaciones de interés para nuestros asociados (Ofertas de trabajo, información de subvenciones, premios, materiales de los cursos y actividades científicas de SAMEDE, fotografías, etc.).

Contar con un correo electrónico corporativo personalizado (tu_nombre@samede.org), que deberás solicitar.

Pertenecer a los diferentes Grupos de Trabajo que se han constituido en SAMEDE.

Obtener descuentos en todas las Actividades Científicas en las que Organice o colabore SAMEDE (Las organizadas por SAMEDE suelen ser gratuitas para sus socios).

Contar con Becas de Asistencia a Congresos y Jornadas (20% de la cuota de inscripción a la actividad científica si se presenta comunicación oral).

Compartir información actualizada, así como formación continua y conocimientos (Red de información).

Disfrutar de asesoramiento técnico para investigación.

Recibir, en formato digital, la Revista Andaluza de Medicina del Deporte (RAMD).

Para más información e inscripciones:
administración@samede.org



Original

ARTÍCULO EN INGLÉS

Thermographic profile of soccer players' lower limbs

J. C. Bouzas Marins^a, A. de Andrade Fernandes^a, D. Gomes Moreira^a, F. Souza Silva^a, C. Magno A. Costa^a, E. M. Pimenta^{b,c} and M. Sillero-Quintana^d

^aLaboratório de Performance Humana. Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. Minas Gerais. Brasil.

^bCruzeiro Esporte Clube. Belo Horizonte. MG. Brasil.

^cDepartamento de futebol profissional. Instituto de Biomedicina (IBIOMED). University of León. León. Espanha.

^dLaboratório de Actividad Física. Instituto Nacional de Educación Física. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. Espanha.

History of the article:
Received January 5, 2013
Accepted July 10, 2013

Keywords:
Soccer.
Thermography.
Skin temperature.
Thermoregulation.

Palabras clave:
Fútbol.
Termografía.
Temperatura de la piel.
Termorregulación.

Correspondence:
J. C. Bouzas Marins.
Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Educação Física - LAPEH.
Av. PH Rolfs s/n - Campus Universitário
CEP: 36570-900 - Viçosa - MG - Brasil.
E-mail: jcbouzas@ufv.br

ABSTRACT

Objective. The objective of this study was to establish the thermographic profile of the lower limbs in elite young soccer players.

Method. One hundred soccer players from the U-19 categories of a first division Brazilian football club (15.5 ± 1.37 years; 67.93 ± 9.62 kg; 177.49 ± 8.67 cm) participated in the study. Two thermograms allowed us to record maximum and average skin temperatures (T_{sk}) in four body regions of interest (ROIs) of the lower limbs corresponding to the anterior and posterior view of the leg and thigh. The Wilcoxon test was used to compare bilateral T_{sk} differences with a significance level of $\alpha < 0.05$.

Results. Average values of T_{sk} in the anterior view were as follows: right thigh 30.2 ± 1.9°C, left thigh 30.2 ± 1.9°C, right leg 29.8 ± 1.8°C, and left leg 29.9 ± 1.8°C. In the posterior view, the values were as follows: right thigh 30.3 ± 1.8°C, left thigh 30.2 ± 1.8°C, right leg 29.6 ± 1.9°C, and left leg 29.4 ± 1.9°C. The statistical analysis did not show significant differences between sides in the selected ROIs for average or maximum temperatures. A histogram of T_{sk} frequencies for each ROI allowed establishment of values for hyper- and hypothermia.

Conclusion. The elite young soccer players analyzed showed contralateral thermal symmetry. The average T_{sk} differences for paired ROIs were each ≤ 0.2°C. Each ROI exhibited a specific thermal profile. The registered T_{sk} indicated a normal thermal profile of the athletes.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

RESUMEN

Perfil termográfico de los miembros inferiores en jugadores de fútbol

Objetivo. El objetivo de este estudio es establecer el perfil termográfico de los miembros inferiores en jóvenes jugadores de fútbol de élite.

Método. En el estudio participaron 100 jugadores de fútbol de categorías sub-19 de clubes de fútbol brasileños de primera división (15,5 ± 1,37 años; 67,93 ± 9,62 kg; 177,49 ± 8,67 cm). Mediante dos termogramas se obtuvieron las temperaturas máximas y medias de la piel (T_{sk}) de cuatro regiones corporales de interés (RDI) correspondientes a la vista anterior y posterior de la pierna y del muslo. Se empleó el test de Wilcoxon para comparar las diferencias de la T_{sk} bilateral, con un nivel de significación $\alpha < 0,05$.

Resultados. Los valores medios de la T_{sk} en la vista anterior fueron los siguientes: muslo derecho 30,2 ± 1,9°C, muslo izquierdo 30,2 ± 1,9°C, pierna derecha 29,8 ± 1,8°C y pierna izquierda 29,9 ± 1,8°C. En la vista posterior, los valores fueron los siguientes: muslo derecho 30,3 ± 1,8°C; muslo izquierdo 30,2 ± 1,8°C; pierna derecha 29,6 ± 1,9°C y pierna izquierda 29,4 ± 1,9°C. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en las temperaturas medias o máximas tomadas en las RDI elegidas. Un histograma de las frecuencias de T_{sk} para cada RDI permitió establecer valores para hiper e hipotermia.

Conclusión. Los jóvenes jugadores de fútbol de élite analizados mostraron simetría térmica contralateral. La T_{sk} media para pares de RDI era para cada uno ≤ 0,2°C. Cada RDI mostró un perfil térmico específico. La T_{sk} mostró un perfil térmico normal de los atletas.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

INTRODUCTION

The development of new technologies applied to sport has allowed better understanding of the physiological responses to training and competition, has helped to determine the appropriate training load and has provided information about the physical condition of athletes. There have been published studies monitoring heart rate¹⁻², controlling creatine kinase³ or global positioning system (GPS)⁴. Recently, infrared thermography (IRT) has been proposed as a tool to be employed⁵⁻⁸, with interesting applications both in sports medicine⁹⁻¹⁰ and physical therapy¹¹ or as a way of determining training load¹².

IRT is a technique that records the radiant heat of a body by recording infrared emission, which lies in a range of the electromagnetic spectrum that the human eye is unable to identify^{9,13}. This technique allows visualization of the temperature of the body surface in real time with sensitivity up to 0.025°C and precision reaching 1 %, non-invasively and without any physical contact with the subject¹⁴. Other advantages of the technique are that it is fast and harmless, highly reproducible, and does not involve the emission of radiation¹⁴⁻¹⁶. These characteristics enable scientists to obtain the general and local thermal profile of the subject and, if performed routinely, to conduct real-time monitoring of skin temperature (T_{sk}), gathering information about the complex thermoregulatory system of the human body¹³.

In the medical field, IRT has been used to identify a number of problems related to different types of pain syndromes¹⁷, changes in the skin¹⁸, vascular defects¹⁹, neurological defects²⁰, muscle and tendon injuries⁹⁻¹⁰, all of which have direct applications to sports.

The use of IRT has also been linked to the prevention of orthopedic injuries²¹⁻²². Under normal conditions, T_{sk} is similar between the sides of the body²³. T_{sk} differences greater than 0.7°C between contralateral limbs or body areas have been associated with structural or physiological abnormalities in athletes^{6,9}. Thus, IRT can be an important tool in preventing injuries when bilateral thermal differences are identified.

To allow meaningful interpretation of thermographic data, it is necessary to establish a normal profile in different population groups without any pathology. Studies to this end are few, but there is some research that has established thermal profiles in populations of non-athletes in groups of Chinese²⁴, Finnish²⁵, Portuguese²⁶, Thai²⁷, and even in Mexican children²⁸. These data allow us to evaluate thermal normality in different body segments and to observe bilateral differences.

No reference baseline study has been performed to characterize the epidemiological thermography profile of athletes, especially in soccer players. The construction of these T_{sk} normative data can help establish normal patterns in different parts of the body, with a focus on the lower limb, allowing skin assessment of general or local hyperthermic or hypothermic conditions. T_{sk} differences between hemispheres may indicate the presence of a problem and may reduce the subjectivity of the assessment. Establishment of normal values at rest may also contribute to the understanding of changes in T_{sk} and allow the use of IRT as an exploratory analysis tool in clinical settings including physical therapy or physical training. Thus, the aim of this study was to establish thermographic profiles of the lower limbs in young soccer players, which will serve as a starting point for future applications of this technique in soccer.

METHOD

This cross-sectional study analyzed 100 soccer players in the basic categories of a Brazilian first division soccer club aged between 15 and 19 years (age: 15.5 ± 1.37 years, body mass: 67.93 ± 9.62 kg and height: 177.49 ± 8.67 cm). Leg dominance was right-sided in 77 and left-sided in 23 cases. The subjects performed systematized training five times a week, 90 minutes per session, during the preparatory period of the season.

The study was approved by the Ethics Committee of the Federal University of Viçosa (UFV), with registration number 40928260540, following all of the criteria set forth by the Brazilian legislation for human studies, in accordance with National Health Board Resolution 196/96. Because the study subjects were minors, permission for them participate was given by their parents; all subjects were volunteers and received no reward.

Considering that T_{sk} measurements are prone to multiple sources of interference, the following exclusion criteria were applied: a) history of kidney problems; b) performing physical therapy in the past two days; c) consuming any diuretic or antipyretic drug and any food supplement such as creatine that could interfere with water or body temperature homeostasis in the last two weeks; d) smoking; e) skin burns; f) topical treatments with creams, ointments or lotions; g) pain symptoms in any region of the body; h) fever in the last seven days; i) sleep disorders; and j) musculoskeletal injuries meeting the criteria of the Fédération Internationale de Football Association Medical Assessment and Research Centre (F-MARC)²⁹. These injury criteria include any physical complaint reported by a player due to training or during a football game, regardless of needing medical attention or stopping the football activity. All subjects reported the absence of any type of sports injury according to these criteria.

Thermographic images were collected using a thermal imager IRT-25 (Fluke®, Everett, USA) with a measurement range of -20 to +350°C, an accuracy of ± 2°C or 2 %, a sensitivity of ≤ 0.1°C, an infrared spectral band from 7.5 to 14 microns, a refresh rate of 9 Hz and an FPA (Focal Plane Array) of 160 x 120 pixels. The distance between the subject and the camera was 4 m, and the index of human skin emissivity was set to 0.98.

Data collection followed the standards proposed by the European Association of Thermology³⁰. The images were taken in the morning before performing any intense physical exercise or training in the previous 24 hours. The temperature during data collection was maintained at 21 ± 1°C, and the acclimation period was set at 15 minutes, surpassing the minimum time of 8 minutes of stabilization proposed in 2012 by Roy et al.³¹. Prior to and during the procedure, the subjects were asked to avoid any sudden and intense movement, or rubbing, scratching or crossing their legs.

Two thermograms were taken for each evaluation (anterior and posterior); body regions of interest (ROIs) analyzed included the thighs and legs. These regions were selected by a rectangle bounded by the software (Smartview 3.1 - Fluke®, Everett, USA), which provided us with the average and maximum temperatures from each analyzed ROI.

To configure the ROI, we followed the recommendations of Moreira³², who proposed drawing rectangular areas referenced by the following anatomical landmarks: for the thigh, 5 cm above the upper border of the patella and groin line, and for the leg, 5 cm below the lower border of the patella and 10 cm above the malleolus. The points corresponding to the posterior regions were marked parallel to the ground with a mea-

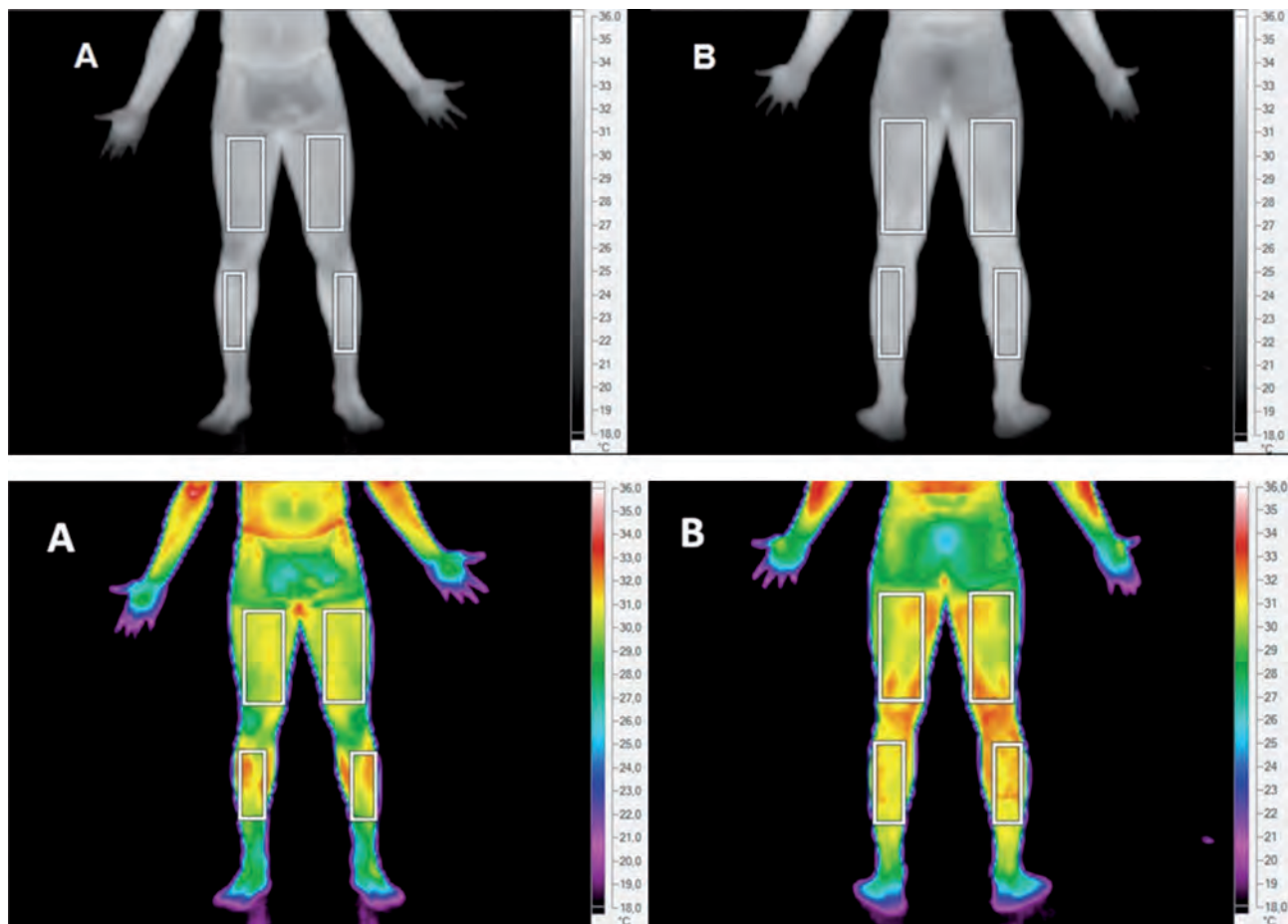


Fig. 1. Thermograms of the anterior (A) and posterior (B) lower limbs, highlighting the ROI for the assessment of T_{SK} .

suring tape determining the anterior points by marking a circumference around the analyzed region. Figure 1 shows two thermal images, anterior (A) and posterior (B), of the lower limbs with the ROI used in the study.

The average and maximum T_{SK} of each ROI were considered for the statistical analysis. Subsequently, these data were transferred to Sigma-plot 11.0 software. The results of frequency analysis of the recorded T_{SK} were grouped in ranges of occurrence of temperature from 26°C to 34°C and are represented by a histogram (fig. 2). The normality of the data was assessed by the Shapiro-Wilk test, and differences between the right and left sides were detected by the Wilcoxon test. In addition, intraclass correlation coefficients (ICCs) were used to probe the reliability and reproducibility of the paired values for each ROI. A significance level of $\alpha < 0.05$ was adopted for all calculations.

RESULTS

Table 1 and table 2 show the mean values and standard deviations of the mean and maximal skin temperatures (T_{SK}), respectively, for each ROI and their intra-class correlation coefficients (ICCs).

The results of the statistical analysis reached non-significant differences ($p < 0.05$) in the comparison between both sides in the selected ROIs for both the average and maximum temperatures. In addition, the high CCI levels suggest high reliability and reproducibility of the measurements.

Figure 2 summarizes the frequency distribution of the averaged T_{SK} in the studied players in the thigh and leg in anterior and posterior views.

DISCUSSION

The main finding of this study was the identification of T_{SK} symmetry between contralateral sides of the studied ROIs in young soccer players for both the average and maximum T_{SK} (tables 1 and 2, respectively). There was a non-significant difference ($< 0.2^\circ\text{C}$) in the averaged T_{SK} between the left and right sides in anterior and posterior views of both the thigh and leg for the soccer players studied (table 1). Analyzing the obtained maximum T_{SK} in each ROI, we again found an average difference $< 0.1^\circ\text{C}$ (table 2).

Our results point to a thermal equilibrium of T_{SK} in the studied ROIs. Given that none of the soccer players had a diagnosed injury, the data support the fact that, under normal conditions and as a reference standard for thermographic evaluation of soccer players, there should be a thermal symmetry between contralateral regions.

The normal range of temperature differences between a ROI and its corresponding contralateral region both in normal subjects and in athletes has not yet been established. Some authors have suggested different values (0.3°C^{33} , 0.4°C^{34} or 0.5°C^{27}) in a population of non-athletes. In athletes, Hildebrandt et al.⁹ established a value greater than 0.7°C as the limit of asymmetry between contralateral ROIs. The results of our study

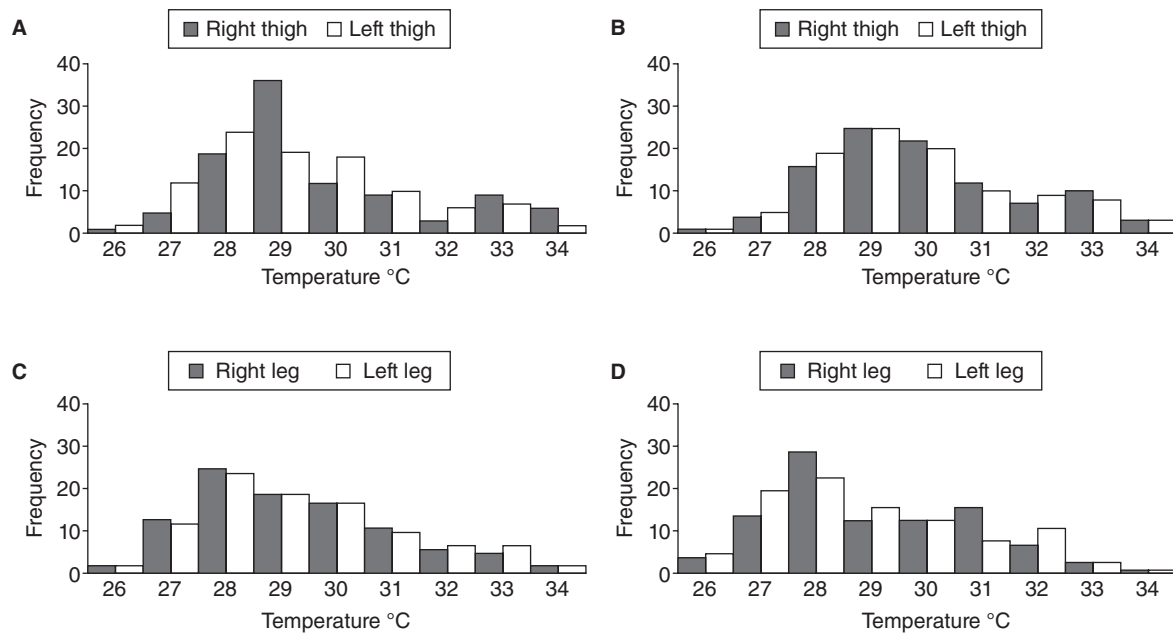


Fig. 2. Frequency distribution of the averaged T_{sk} ($^{\circ}C$) in the lower extremities. Anterior (A) and posterior (B) thigh and anterior (C) and posterior (D) leg.

indicated a range of symmetry lower than any previously reported in the literature. However, further exploratory studies are needed to establish the normal reference range more reliably.

With regard to the differences between the ROI in the anterior leg, asymmetry is acceptable considering the reference threshold of $0.7^{\circ}C$ for athletes proposed by Hildebrandt et al.⁹; however, a total of nine cases showed the temperature of the right leg to be higher than in the left leg. It is of value to note that Gómez-Carmona et al.³⁵ reported significantly higher T_{sk} values in the dominant leg in professional soccer players, likely due to greater physical load on this leg. This observation is considered a typical characteristic of the soccer player's thermal profile, without association with any risk of injury. When these nine athletes were analyzed individually, we observed that in all cases, the T_{sk} was higher in the dominant leg, which agrees with this theory and may explain these results. Such differences may represent a specific thermoregulatory behavior in this sample; taking into consideration that no athletes in the study reported any pain or injury.

This issue of side dominance in athletes is interesting because the overload of some areas used in repetitive patterns of movement in sports such as tennis or judo could be linked to normal asymmetric thermal profiles, which are not considered normal in other sports (i.e., cycling or running) with symmetric movement patterns.

The average temperatures obtained in the lower limbs of the players evaluated (table 1) are in agreement with data reported by Niu et al.²⁷ in an Asiatic sample, where the average values were almost identical in the anterior ($30.2^{\circ}C$ in right and left thighs) and in the posterior views ($30.3^{\circ}C$ right and left thighs). In the legs, the results were slightly higher in the posterior ($30.4^{\circ}C$ in right and left) and in the anterior views ($29.9^{\circ}C$ in left and right).

Continuous thermal monitoring of athletes allows their thermal profile to be established. An abnormal increase (acute or chronic) in the T_{sk} in both legs or only in one of the contralateral ROIs may be related to an inflammatory process that may result in an injury. The microdamage in active muscles caused by training and competition is often accompanied

Table 1
Mean skin temperature values ($^{\circ}C$) of the lower limbs of young soccer players and their ICCs

ROI	THIGH			ICC	LEG			ICC
	Right	Left	Diff.		Right	Left	Diff.	
Anterior view	$30,2 \pm 1,9$	$30,2 \pm 1,9$	0,0	0,98[0,98-0,99]	$29,8 \pm 1,8$	$29,9 \pm 1,8$	0,1	0,98[0,97-0,98]
Posterior view	$30,3 \pm 1,8$	$30,2 \pm 1,8$	0,1	0,98[0,97-0,99]	$29,6 \pm 1,9$	$29,4 \pm 1,9$	0,2	0,98[0,97-0,99]

Diff.: differences between right and left side; ICC: intra-class correlation coefficients;
ROI: body regions of interest.

Table 2
Maximal skin temperature values ($^{\circ}C$) of the lower limbs of young soccer players and their ICCs

ROI	THIGH			ICC	LEG			ICC
	Right	Left	Diff.		Right	Left	Diff.	
Anterior view	$31,2 \pm 1,7$	$31,2 \pm 1,7$	0,0	0,98[0,97-0,99]	$31,1 \pm 1,6$	$31,2 \pm 1,6$	0,1	0,95[0,94-0,97]
Posterior view	$31,3 \pm 1,8$	$31,2 \pm 1,6$	0,1	0,98[0,98-0,99]	$30,4 \pm 1,8$	$30,3 \pm 1,8$	0,1	0,96[0,95-0,97]

Diff.: differences between right and left side; ICC: intra-class correlation coefficients;
ROI: body regions of interest.

by an inflammatory response and increased T_{SK} in some areas¹². Thus, IRT can be used to monitor the effects of the training load.

Identification of thermal imbalances may be key to injury prevention. Observation of a ROI with a T_{SK} higher than usual (local hyperthermia) could be a sign of an inflammatory problem^{9-10,33}, while local hypothermia may be suggestive of a degenerative process^{9-10,23} with reduced blood flow in the affected area.

Figure 2 shows the frequency distribution of the average T_{SK} of the lower limbs and it illustrates a distinct profile between the regions of the thigh and leg. Higher temperatures are observed in the thigh area, which is expected as the closer the examined ROI is to the central body (formed by the major organs, which produce most of the body heat at rest), the higher its T_{SK} ³⁶. Thus, when we observe a reversal of this situation, the alteration of the normal thermal profile should be brought to the attention of the coaching staff.

In the thigh, the usual temperature ranges on the anterior and posterior views are normally between 29 and 30°C, encompassing 47.8 % of 400 ROIs analyzed. No normal T_{SK} for soccer players has yet been established, making our work a pioneering endeavor. We propose that a T_{SK} below 27°C may be related to a condition of hypothermia caused by reduced local blood flow, whereas a T_{SK} above 33°C could suggest an inflammatory process. In both cases, we recommend reducing the load or even suspending training, performing a medical evaluation of the athlete and, when necessary, starting an appropriate physical therapy protocol.

In the leg, both the anterior and posterior distribution was more heterogeneous (between 27 and 32°C), suggesting the need for greater attention when T_{SK} readings are out of this range. It is important to note that these temperature ranges depend on the analyzed ROI, the type of camera, the acclimation time and the climatic conditions of the room. If data collection is performed under other conditions, the normal ranges will change. Therefore, it is important to maintain standard conditions for measuring thermal images.

We recommend including thermographic evaluation in the daily training routine. The assessment history of each player allows the identification of any abnormality in the T_{SK} with greater precision because each athlete will be compared to his habitual thermal profile.

One limitation of this study is the lack of longitudinal follow-up and objective imaging diagnoses (i.e., MRI or echography) to correlate the relationship between cases of T_{SK} higher than 0.7°C with any physical problem in the area. However, the present study does provide the first thermographic profile of junior Brazilian soccer players, which could be a reference point for new studies and professional practice.

In conclusion, soccer players from the U-19 demonstrated contralateral thermal symmetry with an average T_{SK} difference between ROIs of less than 0.2°C. This symmetric pattern suggests that athletes had a normal thermographic evaluation.

Acknowledgements

The authors express appreciation to the CNPq for the postdoctoral scholarship in area thermography, to the CAPES for the Master's scholarship, and to the FAPEMIG for funding the project.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Silva CD, Natali AJ, Lima JRP, Bara Filho MG, Garcia ES, Marins JCB. Yo-Yo IR2 test e teste de margaria: validade, confiabilidade e obtenção da frequência cardíaca máxima em jogadores jovens de futebol. Rev Bras Med Esporte. 2011;17:344-9.
- Marães VRFS. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. Rev Andal Med Deporte. 2010;3:33-42.
- Coelho DB, Morandi RF, Melo MAA, Silami-Garcia E. Cinética da creatina quinase em jogadores de futebol profissional em uma temporada competitiva. Rev Bras Cineantropom Desempenho Humano. 2011;13:189-94.
- Suárez-Arrones L, Portillo LJ, García-Manso JM. Diferencias en el análisis de movimiento e intensidad de una final de rugby 7's de alto nivel. Rev Andal Med Deporte. 2011;4:135-40.
- Merla A, Mattei PA, Di Donato L, Romani GL. Thermal imaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise. Ann Biomed Eng. 2010;38:158-63.
- Fernandes AA, Amorim PRS, Primola-Gomes TN, Sillero-Quintana M, Fernandez-Cuevas I, Silva RG, et al. Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia por radiação infravermelha: uma revisão sistemática. Rev Andal Med Deporte. 2012;5:113-17.
- Akimov EB, Son'kin VD. Skin temperature and lactate threshold during muscle work in athletes. Hum Physiol. 2011;37:621-8.
- Chudecka M, Lubkowska A. Temperature changes of selected body's surfaces of handball players in the course of training estimated by thermovision, and the study of the impact of physiological and morphological factors on the skin temperature. J Therm Biol. 2010;35:379-85.
- Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An Overview of Recent Application of Medical Infrared Thermography in Sports Medicine in Austria. Sensors. 2010;10:4700-15.
- Garagiola U, Giani E. Use of Telethermography in the Management of Sports Injuries. Sports Med. 1990;10:267-72.
- Carvalho AR, Medeiros DL, Souza FT, Paula GF, Barbosa PM, Vasconcellos PRO, et al. Variação de temperatura do músculo quadríceps femoral exposto a duas modalidades de crioterapia por meio de termografia. Rev Bras Med Esporte. 2012;18:109-12.
- Bandeira F, Moura MAM, Souza MA, Nohama P, Neves EB. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? Rev Bras Med Esporte. 2012;18:234-9.
- Formenti D, Ludwig N, Gargano M, Gondola M, Dellerma N, Caumo A, et al. Thermal imaging of exercise-associated skin temperature changes in trained and untrained female subjects. Ann Biomed Eng. 2013;41:863-71.
- Jiang LJ, Ng EY, Yeo AC, Wu S, Pan F, Yau WY, et al. A perspective on medical infrared imaging. J Med Eng Technol. 2005;29:257-67.
- Han SS, Jung CH, Lee SC, Jung HJ, Kim YH. Does skin temperature difference as measured by infrared thermography within 6 months of acute herpes zoster infection correlate with pain level? Skin Res Technol. 2010;16:198-201.
- George J, Bensafi A, Schmitt AM, Black D, Dahan S, Loche F, et al. Validation of a non-contact technique for local skin temperature measurements. Skin Res Technol. 2008;14:381-4.
- Al-Nakhli HH, Petrofsky JS, Laymon MS, Berk LS. The use of thermal infra-red imaging to detect delayed onset muscle soreness. J Vis Exp. 2012;59:1-9.
- Park J, Jang WS, Park KY, Li K, Seo SJ, Hong CK, et al. Thermography as a predictor of postherpetic neuralgia in acute herpes zoster patients: a preliminary study. Skin Res Technol. 2012;18:88-93.
- Huang CL, Wu YW, Hwang CL, Jong YS, Chao CL, Chen WJ, et al. The application of infrared thermography in evaluation of patients at high risk for lower extremity peripheral arterial disease. J Vasc Surg. 2011;54:1074-80.
- Zaproudina N, Ming Z, Hänninen OO. Plantar infrared thermography measurements and low back pain intensity. J Manipulative Physiol Ther. 2006;29:219-23.
- Sillero-Quintana M, Fernández-Cuevas I, Gómez-Carmona P, García CMA. Application of thermography an injury prevention method in sports. XXIV Thermological Symposium of the Austrian Society of Thermology Quantitative Thermal Imaging in Medicine. Vienna: 12 November 2011.
- Gómez-Carmona PS, Sillero-Quintana M, Fernández-Cuevas I, Noya SJ, Fernández RI. Application of an injury prevention protocol based on infrared thermography in professional soccer players during pre-season. XXIV Thermological Symposium of the Austrian Society of Thermology Quantitative Thermal Imaging in Medicine. Vienna: 12 November 2011.
- Brioschi ML, Macedo JF, Macedo RAC. Termometria cutânea: novos conceitos. J Vasc Br. 2003;2:151-60.
- Zhu WP, Xin XR. Study on the distribution pattern of skin temperature in normal Chinese and detection of the depth of early burn wound by infrared thermography. Ann N Y Acad Sci. 1999;888:300-13.
- Zaproudina N, Varmavuo V, Airaksinen O, Närhi M. Reproducibility of infrared thermography measurements in healthy individuals. Physiol Meas. 2008;29:515-24.
- Vardasca RÄR, Ring EFJ, Plassmann P, Jones CD. Thermal symmetry of the upper and lower extremities in healthy subjects. Thermol Int. 2012;2:53-60.

27. Niu HH, Lui PW, Hu JS, Ting CK, Yin YC, Lo YL, et al. Thermal symmetry of skin temperature: normative data of normal subjects in Taiwan. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei)*. 2001;64:459-68.
28. Kolosovas-Machuca ES, González FJ. Distribution of skin temperature in Mexican children. *Skin Res Technol*. 2011;22:1-6.
29. Fuller CW. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med*. 2006;40:193-201.
30. Ring EF, Ammer K. Standard Procedures for Infrared Imaging in Medicine. En: Bronzino JD, editor. *Medical Devices and Systems*. Boca Raton: CRC Press; 2006. p. 111-24.
31. Roy RA, Boucher JP, Comtois AS. Digitized infrared segmental thermometry: time requirements for stable recordings. *J Manipulative Physiol Ther*. 2006;6:1-10.
32. Moreira DG. Termografia corporal em repouso de homens e mulheres. Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa, 2011. Dissertação de Mestrado.
33. Brioschi ML, Cherem AJ, Ruiz RC, Sardá JJJ, Silva FMRM. O uso da termografia infravermelha na avaliação do retorno ao trabalho em programa de reabilitação ampliado (PRA). *Acta Fisiatr*. 2009;16:87-92.
34. Pichot C. Aplicación de la termografía en el dolor lumbar crónico. *Rev Soc Esp Dolor*. 2001;8:43-7.
35. Gómez-Carmona PM, Noya SJ, Fernández-Rodríguez I, Sillero-Quintana M. Validación de la termografía infrarroja como método de prevención de lesiones en futbolistas profesionales. II Congreso Internacional de Ciencias del Deporte de la Ucam. Murcia: 26,27,28 y 29 de mayo de 2010.
36. Campbell I. Body temperature and its regulation. *Anaesth Intensive Care*. 2011;12:240-4.



Original

ARTÍCULO EN INGLÉS

Influence of cryotherapy on muscle damage markers in jiu-jitsu fighters after competition: a cross-over study

E. A. Pinho Júnior^a, C. J. Brito^b, W. O. Costa Santos^a, C. Nardelli Valido^b, E. Lacerda Mendes^c and E. Franchini^d

^aPrograma de Pós-graduação lato-senso. Universidade Gama Filho. Rio de Janeiro. Brasil.

^bPrograma de Pós-graduação Stricto Senso em Educação Física. Universidade Federal de Sergipe. Aracaju. Brasil.

^cPrograma de pós-graduação em Stricto Senso Educação Física. Universidade de Federal do Triângulo Mineiro. Uberaba. Brasil.

^dGrupo de Estudos e Pesquisas em Lutas, Artes Marciais e Modalidades de Combate. Universidade de São Paulo. São Paulo. Brasil.

History of the article:

Received February 12, 2013

Accepted January 15, 2014

Keywords:

Martial arts.

Cryotherapy.

Creatine kinase

L-lactate dehydrogenase.

Muscle strength.

Palabras clave:

Artes marciales.

Crioterapia.

Creatina quinasa.

L-lactato deshidrogenasa.

Fuerza muscular.

Correspondence:

C. J. Brito.

NEDES - Núcleo de Estudos em Desempenho Esportivo e Saúde.

Departamento de Educação Física.

Universidade Federal de Sergipe.

Campus José Aloísio Campos - São Cristóvão -

Sergipe - Brasil

CEP: 49100-000

E-mail: cirojbrito@gmail.com

ABSTRACT

Objetivo. The acute effects of cryotherapy on creatine phosphokinase (CPK) and lactate dehydrogenase (LDH) expression, perceived pain and upper limb muscle strength in jiu-jitsu competitors were investigated.

Method. Ten highly trained athletes underwent two simulated competition sessions composed by four 7-minute combats with a 15-minute interval between them. Athletes were randomly allocated to receive either cold water immersion ($5 \pm 1^\circ\text{C}$ for 19 minutes) or no intervention (control) after competition simulation in a crossover counterbalanced fashion.

Results. For LDH, there was an effect of condition ($F_{1,18} = 7.91$, $P = 0.012$; $\eta^2 = 0.31$), with lower values being found in cryotherapy as compared to control (criotherapy = 533.2 ± 55.4 and 671.2 ± 61.0 for pre-competition and post-recovery, respectively; control = 528.5 ± 63.7 e 759.8 ± 85.7 UI/l for pre-competition and post-recovery, respectively). Delta CPK differed significantly between conditions (criotherapy = 138.0 ± 95.1 UI/l; control = 231.3 ± 135.8 UI/l $t = -1.72$; $P = 0.119$; effect size = 0.75). For perceived pain there was also an effect of condition ($F_{1,18} = 12.35$, $P = 0.003$; $\eta^2 = 0.41$), with lower values being found following cryotherapy (2.4 ± 1.4 versus 4.4 ± 1.8 , $P = 0.003$). Pre-competition skin temperature was lower than that measured after recovery ($34.5 \pm 1.9^\circ\text{C}$, versus $37.6 \pm 1.3^\circ\text{C}$, $P = 0.0005$). There were significant correlations between perceived pain and CPK ($r = 0.314$) and LDH ($r = 0.546$). The concentrations of CPK and LDH were negatively correlated with dynamic strength ($r = -0.525$).

Conclusion. Recovery via cold water immersion after simulated competition resulted in less muscle damage and hypoalgesia compared to the control.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

RESUMEN

Influencia de la crioterapia en la expresión de marcadores de daño muscular en luchadores de jiu-jitsu después de simulación de competición: estudio cruzado

Objetivo. Investigar los efectos agudos de la crioterapia en la expresión de la enzima creatina fosfoquinasa (CPK), lactato deshidrogenasa (LDH), percepción del dolor y fuerza muscular en los miembros superiores de competidores de jiu-jitsu.

Método. Diez luchadores altamente entrenados fueron sometidos a dos sesiones de competición simulada (4 × 7-minutos y 15 minutos de intervalo). Después del primer día, cinco atletas fueron elegidos para la inmersión en piscina con hielo ($5 \pm 1^\circ\text{C}$) durante 19 minutos, los demás fueron asignados al grupo control.

Resultados. Para LDH se observó efecto de la condición ($F_{1,18} = 7.91$, $P = 0.012$; $\eta^2 = 0.31$) con valores más bajos ($P = 0.012$) en la crioterapia en comparación con el control (crioterapia = $533,2 \pm 55,4$ y $671,2 \pm 61,0$, respectivamente para inicial y final; control = $528,5 \pm 63,7$ y $759,8 \pm 85,7$ UI/l; respectivamente para inicial y final). El delta del CPK fue significativamente distinto entre las condiciones (crioterapia = $138,0 \pm 95,1$ UI/l; $t = -1,72$; $P = 0,119$; control = $231,3 \pm 135,8$ UI/l; tamaño del efecto = 0,75). Para el dolor percibido también hubo efecto de la condición ($F_{1,18} = 12,35$, $P = 0,003$; $\eta^2 = 0,41$) con valores más bajos ($P = 0,003$) en la crioterapia ($2,4 \pm 1,4$ frente a $4,4 \pm 1,8$). La temperatura corporal posrecuperación fue más baja en grupo crioterapia ($P = 0,005$) que la obtenida después en el control ($34,5 \pm 1,9^\circ\text{C}$ frente a $37,6 \pm 1,3^\circ\text{C}$). Se encontró correlación significativa entre la percepción del dolor y las concentraciones de CPK ($r = 0,314$) y LDH ($r = 0,546$). Las concentraciones de CPK y LDH se correlacionaron negativamente con la fuerza dinámica ($r = -0,525$).

Conclusión. La recuperación usando la inmersión después de la competición resulta de un menor daño muscular e hipoalgesia.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

INTRODUCTION

The muscle damage caused by exercise is an important tool for measuring the intensity of training, and it also affects the recovery period. The creatine phosphokinase (CPK) and lactate dehydrogenase (LDH) enzymes, muscle soreness and performance measures, such as strength and power, are widely used as indirect markers of muscle damage after exercise¹⁻³. Recovery time depends on the type of training, duration, intensity and familiarity of the athlete with the exercise being performed. High-intensity exercises are associated with high catabolism of substrates, hyperthermia, muscle damage, oxidative stress and central nervous system fatigue⁴. High-intensity intermittent effort reportedly has high mechanic and metabolic costs⁴, while eccentric exercise requires only elevated mechanical overload⁵. Recovery strategies must consider the approach and characteristics of stress associated with the applied exercise.

Recently, cryotherapy has been tested extensively in studies involving recovery after exercise in athletes, particularly in the form of cold water immersion^{2,6-7}. Several physiological mechanisms that have been proposed to explain the effects of cryotherapy are related to the induction of vasoconstriction⁶, which can limit vascular permeability and, thus, the inflammatory process, thereby reducing muscle pain^{2,8}. A meta-analysis conducted by Leeder et al.⁸ demonstrated that cryotherapy contributes to the recovery of muscle power, reduces the efflux of CPK and alleviates pain symptoms 24, 48, 72 and 96 h after exercising.

Recently, Santos et al.⁷ demonstrated that cryotherapy benefited jiu-jitsu athletes undergoing specific training sessions, as the cold water immersion attenuated the concentrations of the CPK and LDH enzymes, decreased perceived pain and reduced isometric strength endurance in tests performed under specific intervention conditions (i.e., cryotherapy versus control). Thus, athletes involved in competitive grappling combat sports, such as jiu-jitsu, in which there is a predominance of high-intensity efforts interspersed with brief periods of low and moderate intensity and a large number of competitions on sequential weekends, could benefit from cold water immersion as a recovery strategy, allowing a faster return to training. The fast recovery time is desirable for high performance athletes as they return to the training cycle immediately after the competitions⁹. Therefore, the aim of this study was to investigate the acute effects of cryotherapy on the blood concentration of CPK and LDH the enzymes, perceived pain, and endurance strength of the upper limbs of jiu-jitsu competitors after a simulated competition. The hypothesis of this study was that the ice intervention would minimize muscle damage, decrease perceived pain levels and led to better preservation of isometric resistance and dynamic strength.

METHOD

The present study used a crossover design with two simulated competitions spaced two days apart. There were four 7-min fights with 15-min intervals. All subjects were previously familiarized with the procedures being employed. This study was approved by local human research ethics committee (protocol CAAE-0330.0.107.000-12).

Sample

Ten highly trained males (age 23.3 ± 4.1 years; body weight, 70.0 ± 3.3 kg; height, 175.3 ± 2.0 cm; body fat, 14.1 ± 2.9 %; jiu-jitsu competition experience 5.4 ± 2.0 years) who were members of a team that competes

in international contests volunteered to take part in the present study. The athletes were selected using the following criteria: a) at least three years of training experience, and b) participation in at least three competitions in the year preceding this study. Prior to participation, all athletes were informed about the procedures to be followed, potential risks and benefits; each participant provided signed informed consent. All athletes were in the final stage (30 days) of preparing for a state jiu-jitsu championship, trained 5-6 days each week in 90-minute sessions and did not undergo rapid body mass reductions during the week preceding the data collection.

Pretest procedures

Before the experimental phase, anthropometric measurements were conducted. Body mass was measured with a scale calibrated with a maximum capacity of 200-kg and 100-g precision (Soehnle®, São Paulo, SP, Brazil). Height was measured using a stadiometer coupled to the scale (accurate to 1 cm). Body composition was estimated indirectly by equations that used skinfold thickness (caliper Lange, MA, USA). Body density was estimated with the Thorland et al.¹⁰ equation for university wrestlers, and body fat (% BF) was estimated by the Brozek et al. equation¹¹. The International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK)¹² manual was used as a reference for the anthropometric measurements, which were performed by a single trained investigator and performed in the 24-hours preceding the experimental phase.

Data collection

The fighters were advised to avoid training or any strenuous physical activity 48 h before the experiment. On the first day, five athletes were randomly chosen to perform cryotherapy after competing, and the others remained lying down. The treatments were reversed in the second competition simulation. Immediately after the last fight, the athletes were immersed in cold water ($5 \pm 1^\circ\text{C}$) for 19 min (four 4-min immersion cycles with 1-min intervals). During this period, the fighters in the control remained lying down at passive rest at room temperature (26°C).

Muscle damage markers

The serum levels of CPK and LDH were used as muscle damage indicators. For this process, blood samples were drawn before the first fight (15 min), and immediately after recovery (cryotherapy or rest). We collected 2 ml of venous blood from the arm and deposited it in tubes containing gel coagulant (Vacuette®, Greiner Bio-one, Campinas, SP, Brazil). The blood remained at rest for 30-min at room temperature for coagulation. Then, the blood was centrifuged at 2500 rpm for 8 min to separate the serum. The biochemical determinations were performed using an automated analyzer (Vitros® 5.1, Ortho-Clinical Diagnostics, Johnson & Johnson Company, Rochester, NY, USA) using dry chemistry methodology. The LDH was measured using the multi-point kinetic technique (reading range: 101-825 IU/l). CPK was determined by the rate of multiple points (reading range: 41-1154 IU/l). Blood collection was performed by a research assistant trained for this function.

Upper limb strength

Before the competition and after recovery, all fighters completed the kimono grip strength endurance test, as proposed by Franchini et al.¹³. The

test consists of a static strength exercise and another dynamic test. Initially, the fighters held a kimono wrapped around a horizontal bar and remained with their elbow flexed for as long as possible. After a 15-min break, the dynamic test began. During this test, the athletes performed the maximum number of repetitions from a fully extended to a fully flexed elbow position, with the same grip position used in the previous test. Both tests were performed to fatigue. This tests showed good reproducibility (dynamic test, intraclass correlation coefficient = 0.99, limits of agreement = -2.9 to 2.3 repetitions; isometric, intraclass correlation coefficient = 0.97, limits of agreement = -6.9 to 2.4 s)¹⁴.

Perceived pain

Athletes indicated the perception of pain using the visual analogue scale of pain, which is characterized by a 10-cm horizontal scale in which 0 = no pain, 1 to 3 = low intensity pain, 4 to 6 = moderate pain, 7 to 9 = severe pain and 10 = unbearable pain intensity. This measurement was performed before the first fight, after the last fight, after recovery and after the kimono grip strength endurance test, according to the methodology described by Carvalho and Kovacs¹⁵.

Body temperature

As a complementary measure, the axillary epithelium temperature was measured three times: before (10 min) the simulated competition, immediately after and during recovery. A digital thermometer was used (G-Tech®, RI, USA) with amplitude measured between 32.0 and 43.9°C (0.2°C accuracy). For all measurements, the thermometer was attached to the right side of the body. Figure 1 shows a flow chart with the measured variables and their periods.

Simulated competition

The simulated competition followed the rules of the International Brazilian Jiu-jitsu organization, except for submissions and the contest time. No fight was stopped before the preset time, even if there were submissions (e.g., arm lock or choke). This procedure was adopted to ensure the maximum physical effort and to maintain the same fighting times for all competitors in both conditions. Each fight lasted 7 min, in alignment with purple belt competitions. It is hoped that this procedure ensured greater validity for the practical application of the results obtained here. Moreover, the sample was composed of athletes with the following skill levels: two blue belt, four purple belt, two brown belt and two black belt.

Therefore, fight time aligned with that of the greatest percentage of the sample. The fighters were divided into two fight contest groups: a) blue and purple, and b) brown and black. This competition format aimed to ensure that the participants faced opponents with equivalent technical levels, thus minimizing the bias associated with the level of effort.

Statistical analysis

Data normality was tested using the Kolmogorov-Smirnov test and Bartlett's homoscedasticity criterion. We adopted a two-way (treatment x time) analysis of variance (ANOVA) with repeated measures. For validation of the repeated measures, we used Mauchly's sphericity test, and the Greenhouse-Geisser correction was applied, as necessary. If a significant difference was observed in the ANOVA, the Bonferroni correction was used post-hoc. Cohen's d^{16} was used to estimate the magnitude of the effects of treatments across conditions. To compare the effects of CPK and LDH cryotherapy under controlled conditions, we calculated the deltas of these variables, which were compared with Student's t test for dependent samples. The magnitude of treatment effects calculated for CPK and LDH deltas was determined using the mean of the control minus the mean of the cryotherapy condition divided by the standard deviation of the two combined conditions (i.e., effect size = [mean control condition - average cryotherapy condition]/standard deviation of the two conditions combined). Pearson's correlation was used to verify the relationship between the adopted variables. All analyses were conducted by SPSS (version 16.0), and $P < 0.05$ indicated the level of significance.

RESULTS

Table 1 shows the values of CPK and LDH pre-competition and post-recovery under the two experimental conditions.

For CPK, there was an effect of time of measurement ($F_{1,18} = 11.75$, $P = 0.003$; $\eta^2 = 0.40$), with lower values at pre compared to post-competition ($P = 0.003$). However, a significant difference was observed when the delta CPK was compared between conditions ($t = -2.43$, $P = 0.038$, effect size = 0.79), with lower values observed for cryotherapy (48.5 ± 146.5 IU/l) compared to the control condition (166.8 ± 134.1 IU/l). LDH was affected by condition ($F_{1,18} = 7.91$, $P = 0.012$, $\eta^2 = 0.31$) and time ($F_{1,18} = 49.60$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.73$). Regarding the effect of condition, the values were lower ($P = 0.012$) for the cryotherapy condition versus the control. However, the delta concentration of LDH did not differ significantly be-



Fig. 1. Schematic representation of the data collection procedures. The numbers in the bars refer to the procedures used before, during and after the competition sessions.
 1: anthropometry; 2: Judogi Handgrip Test; 3: body temperature; 4: blood collection; 5: scale of perceived pain.

Table 1
Serum creatine phosphokinase (CPK) and lactate dehydrogenase (LDH) pre-contest (Pre) and after recovery (Post)

Time	CPK (U/l)			LDH (U/l)		
	Pre	Post ^a	Δ	Pre	Post ^a	Δ
Cryotherapy ^b	494.0 ± 125.4	542.5 ± 137.4	48.5 ± 146.5	533.2 ± 55.4	671.2 ± 61.0	138.0 ± 95.1
Control	451.7 ± 100.1	618.5 ± 143.4	166.8 ± 134.1	528.5 ± 63.7	759.8 ± 85.7	231.3 ± 135.8

^a:significant difference from Pre (P < 0.05) for concentrations of CPK and LDH; ^b: significant difference from the control condition for the LDH concentration (P < 0.05).

tween the conditions ($t = -1.72$, $P = 0.119$, effect size = 0.75). Additionally, the values measured before the competition were lower ($P < 0.001$) than the values measured after the competition.

Table 2 shows the results for isometric and dynamic strength endurance performance.

Only moment of measurement affected ($F_{1,18} = 10.33$, $P = 0.005$, $\eta^2 = 0.37$) the isometric strength endurance performance, with higher values ($P = 0.005$) measured in pre-moment compared to post-moment. A similar result was observed for the dynamic strength endurance performance (i.e., there was no effect of moment; $F_{1,18} = 9.46$, $P = 0.007$, $\eta^2 = 0.35$), with a greater number of repetitions ($P = 0.007$) at pre-moment compared to post-moment.

Table 3 shows the estimated perceived pain values.

Perceived pain was affected by condition ($F_{1,18} = 12.35$, $P = 0.003$, $\eta^2 = 0.41$) and moment ($F_{3,54} = 19.46$, $P < 0.001$, $\eta^2 = 0.52$). The cryotherapy values were lower than those in the control condition ($P = 0.003$). Regarding the effect of the moment of measurement, the pre-competition values were lower than the values measured after the competition ($P < 0.001$), post-recovery ($P = 0.001$) and after the strength tests ($P < 0.001$). Additionally, the post-competition values were higher than those values measured after the recovery ($P = 0.005$) and post-strength tests ($P = 0.028$).

Table 4 shows the epithelium body temperature measurements at different moments.

Table 2
Resistance to static and dynamic strength pre-contest and post-recovery in the control and cryotherapy conditions

Resistance strength	Pre-competition ^a	Post-recovery	Δ
Isometric (s)			
Cryotherapy	61 ± 19	49 ± 10	-12 ± 20
Control	61 ± 19	39 ± 16	-22 ± 27
Dinamic (rep)			
Cryotherapy	15 ± 2	13 ± 1	-2 ± 2
Control	15 ± 2	12 ± 3	-3 ± 5

^a:different from the post-recovery (P < 0.05) for each test.

Table 3
Subjective perceptions of pain pre-, post-competition, after recovery and post-resistance exercise force in the control and cryotherapy conditions

Cond.	Pain	Pain			
		Pre-competition ^b	Post-competition ^c	Post-recovery	Post-strength
Cryotherapy ^a		1.5 ± 1.3	5.0 ± 1.2	2.4 ± 1.8	3.0 ± 1.5
Control		1.3 ± 1.1	5.1 ± 1.0	4.4 ± 1.8	4.5 ± 1.4

Cond: condition; ^a different from control (P < 0.05); ^b: different from the other times (P < 0.05); ^c: different from the post-recovery time and post-strength test (P < 0.05).

For temperature there were significant condition ($F_{1,18} = 18.35$, $P < 0.001$; $\eta^2 = 0.51$), moment ($F_{2,36} = 15.87$, $P < 0.001$; $\eta^2 = 0.47$) and interaction effects ($F_{2,36} = 13.44$, $P < 0.001$; $\eta^2 = 0.43$). The pre-competition temperature in the cryotherapy condition was lower than that obtained after the competition in the same condition ($P = 0.003$), after the competition ($P = 0.009$), and after recovery ($P = 0.005$) in the control condition. The post-competition temperature in the cryotherapy condition was higher than that after recovery in the same condition ($P < 0.001$), but higher than that of the control condition during the pre-competition period ($P = 0.008$). In the control condition, the temperature during the post-recovery moment ($P < 0.001$) was lower than that of the cryotherapy condition after the competition ($P < 0.001$). Finally, during the pre-competition period, the temperature in the control condition was lower than that obtained after competition ($P = 0.022$) and after recovery ($P = 0.012$) in the same condition.

Table 5 presents the correlations between the different variables investigated.

There was a moderate significant correlation between perceived pain and the concentrations of CPK and LDH and between the two enzymes (i.e., CPK and LDH). The LDH concentrations showed a moderate inverse correlation with performance in the endurance test evaluating static and dynamic strength. Additionally, there was a high correlation between the performances of both tests.

Table 4
Body temperature pre-, post-competition and post-recovery under the two experimental conditions

Temperature Condition	Pre-competition	Post-competition	Post-recovery
Cryotherapy (oC)	35.7 ± 0.4 ^a	37.7 ± 0.7 ^c	34.5 ± 1.9 ^b
Control (oC)	35.8 ± 0.5 ^b	37.5 ± 0.7	37.6 ± 1.3

^a: different from cryotherapy post-competition, control after competition and post-recovery (P < 0.05); ^b: different from control post-competition and post-recovery (P < 0.05); ^c: different cryotherapy post-recovery and control pre-competition (P < 0.05).

Table 5
Pearson's correlation analysis for the measured variables

	Pain	LDH	Isometric	Dinamic	Temperature
CPK	0.31 ^a	0.53 ^a	-0.09	-0.05	-0.10
Pain		0.55 ^a	-0.17	-0.32 ^a	0.28
LDH			-0.53 ^a	-0.53 ^a	-0.29
Isometric				0.73 ^a	-0.13
Dinamic					-0.13

^a Significant correlation (P < 0.05).

DISCUSSION

Recent studies have investigated strategies to assist the recovery of athletes after training sessions, games and competitions¹⁷⁻¹⁸. However, there have been no studies investigating cold water immersion after competition in combat sports. Recently, Santos et al.⁷ found that cryotherapy reduced muscle damage in jiu-jitsu after 90 min of training. The results of current study indicated that jiu-jitsu competition resulted in increased concentrations of CPK and LDH, reduced performance on isometric and dynamic grip strength endurance tests, and increased perceived pain. Intervention with cryotherapy was effective in altering the temperature after the recovery period compared to the control. Lower levels of LDH were found in the cryotherapy condition compared to the control, although the delta increase of this enzyme did not differ between the conditions. However, the cryotherapy intervention resulted in a lower increase of CPK concentration and a lower perceived pain value compared to the control condition. However, even with the positive effects shown above, the performances on isometric and dynamic grip strength endurance tests did not differ between conditions. Shorter recovery course is desirable for competitors because they must often return to the training cycle immediately after the competitions¹⁹.

The increase observed in the markers of muscle damage is explained by the intensity of effort expended during fights jiu-jitsu²⁰. Cryotherapy attenuated the release of LDH into the blood, which indicates lower impairment in the integrity of the skeletal muscle compared to passive rest (control). These findings were also found after a soccer match²¹. However, it is important to note that in our study, the delta of the concentration of LDH did not differ between the conditions.

Consistent with the results shown here, Banfi et al.²² observed a lower serum CPK in elite rugby players after cryotherapy compared to the active and passive recoveries. Similar results were observed in exposure to cold (-110°C for 2 min)²³. In contrast, Hausswirth et al.² observed that CPK levels did not differ from control after eccentric exercise. Note that the different methodological procedures, time of exposure to ice, water temperature and submerged part of the body all hinder comparisons between studies. Jakeman et al.²⁴ investigated 18 physically active female volunteers who performed 10 sets of 10 repetitions of jumps with counter-movements; immediately after exercise, the women placed their lower limbs in cryotherapy 10°C. The authors observed an effect of time but no interaction between time and the treatment markers of muscle damage.

The time between the end of the competition and the dynamic grip strength endurance test was 34 min (19-min interval dedicated to the recovery and 15-min after the isometric test). However, this interval was not sufficient to restore the dynamic grip strength endurance. This result is contrary to that obtained in highly-trained judo athletes, in which it was observed that 15 min was enough for full recovery even after high-intensity intermittent stimuli.²⁵⁻²⁶ Thus, considering that both isometric and dynamic strength endurance are relevant to performance in jiu-jitsu competitions, where the final match is preceded by four fights, it is possible to infer the need for longer than 19-min and 34-min interval between the last and the final fight for the restoration of isometric and dynamic grip strength endurance, respectively, to allow for better physical performance of athletes. Future studies could be conducted to determine the minimum time required for recovery of these variables. In turn, Leeder et al.⁸ demonstrated that cryotherapy had no effect on the restoration of maximum strength but helped to maintain the levels of

muscle power, although the authors did not present the possible mechanisms involved.

As observed in previous studies, the perception of pain was lower in cases of recovery using cryotherapy^{8,17}. A similar result was observed by Poiton et al.²⁷ in a study in which the application of ice packs (0.5°C for 20-min) decreased perceived pain after exercise. According to Gregson et al.⁶, a possible mechanism that explains this fact would be decreased osmotic pressure of the exudate (metabolites resulting from inflammation), which in turn result in lower neural signal signaling and pain stimuli propagation. Associated with this effect, the vasoconstriction tends to decrease the overflow of liquid, which in turn reduces muscle inflammation⁶. Strength endurance tests performed in the present study were meant to exhaustion and the discomfort is great in the final moments of the exercise. Thus, it was expected that a lower perception of pain would assist in the performance of isometric strength endurance test, which did not occur. After recovery, the cryotherapy condition has decreased the skin temperature close to 3°C in skin temperature when compared to the control condition. Having a body temperature of approximately 34°C peripheral vasoconstriction occurs²⁸, which may have contributed to a decreased perception of pain.

In fact, cryotherapy results in lower rhabdomyolysis²⁹, which is associated with greater perceived pain³⁰. The results showed in this study indicated an association between the serum levels of CPK and LDH and perceived pain. Importantly, the enzyme levels that are indicative of muscle damage have been directly correlated with delayed onset muscle soreness^{8,31-32}, but not immediately after exercise. However, cryotherapy also appears to influence acute pain. Ascensão et al.¹⁸ observed lower perceptions of acute pain (30-min after cryotherapy) and late onset (24 and 48-hours). Although there was an inverse correlation between serum LDH and the result of isometric and dynamic grip strength endurance tests, no studies were found that measured the strength of the association between these variables. However, when muscle strength and LDH were measured simultaneously, there were smaller force levels (-12 %) when the serum LDH levels were elevated (+163 % compared to baseline)³³.

Although little attention has been given to combat sports, this study emphasizes the short-term metabolic benefits of cryotherapy after simulated competition jiu-jitsu. These findings are consistent with previous studies that have observed decreased muscle soreness after immersion with intermittent sprints³⁴⁻³⁵. Ingram et al.³⁰ showed that after 80 min of exercise that simulated team sports, cryotherapy preserved more maximal voluntary contractions compared to a placebo or contrast therapy. This study indicates the need for further research regarding the application of cryotherapy in combat sports, and future studies should follow the late effects of immersion, because the concentrations of CPK and LDH exhibit peaks between 48 and 72 hours post-exercise³⁶; other methods, such as massage therapy³⁷, may also be used to improve the recovery of athletes.

It is concluded that the immersion after competition results in lower body temperature, hypoalgesia, lower serum LDH, and lower CPK elevation when compared to the control situation, although the performance in tasks involving isometric or dynamic grip strength endurance were not affected. This knowledge can be used by coaches who have athletes involved in competitive cycles with a high number of competitions.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

References

- Kamandulis S, Skurvydas A, Snieckus A, Masiulis N, Aagaard P, Dargeviciute G, et al. Monitoring markers of muscle damage during a 3 week periodized drop-jump exercise programme. *J Sports Sci.* 2011;29(4):345-53.
- Hauswirth C, Louis J, Bieuzen F, Pournot H, Fournier J, Filliard JR, et al. Effects of whole-body cryotherapy vs. far-infrared vs. passive modalities on recovery from exercise-induced muscle damage in highly-trained runners. *PLoS One.* 2011;6(12):e27749.
- Nie J, Tong TK, George K, Fu FH, Lin H, Shi Q. Resting and post-exercise serum biomarkers of cardiac and skeletal muscle damage in adolescent runners. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(5):625-9.
- Thompson D, Nicholas CW, Williams C. Muscular soreness following prolonged intermittent high-intensity shuttle running. *J Sports Sci.* 1999;17(5):387-95.
- Lastayo PC, Reich TE, Urquhart M, Hoppeler H, Lindstedt SL. Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *Am J Physiol.* 1999;276(2 Pt 2):R611-5.
- Gregson W, Black MA, Jones H, Milson J, Morton J, Dawson B, et al. Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1316-23.
- Santos WOC, Brito CJ, Júnior EAP, Valido CN, Mendes EL, Nunes MAP, et al. Cryotherapy post-training reduces muscle damage markers in jiu-jitsu fighters. *J Human Exerc Sports.* 2012;7(6):629-38.
- Leeder J, Gissane C, van Someren K, Gregson W, Howatson G. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2012;46(4):233-40.
- Robson-Ansley PJ, Gleeson M, Ansley L. Fatigue management in the preparation of Olympic athletes. *J Sports Sci.* 2009;27(13):1409-20.
- Thorland WC, Tipton CM, Lohman T, Bowers RW, Housh TJ, Johnson GO, et al. Midwest wrestling study: prediction of minimal weight for high school wrestlers. *Med Sci Sport Exerc.* 1991;23(9):1102-10.
- Brožek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci.* 1963;110(1):113-40.
- Stewart TOA, Marfell-Jones LCM, Marfell-Jones M. International standards for anthropometric assessment. Adelaide: International Society for the Advancement of Kinanthropometry; 2006. p. 137.
- Franchini E, Miarka B, Matheus L, Del Vecchio F. Endurance in judogi grip strength tests: Comparison between elite and non-elite judo players. *Arch Budo.* 2011;7(1):1-4.
- Silva BVC, Marocolo Júnior M, Simim MAM, Rezende FM, Franchini E, Mota GR. Reliability in kimono grip strength tests and comparison between elite and non-elite Brazilian Jiu-Jitsu players. *Arch Budo.* 2012;8(2):99-105.
- Carvalho DS, Kowacs PA. Avaliação da intensidade de dor. Migrâneas cefálicas. 2006;9(4):164-8.
- Cohen J. A power primer. *Psychological bulletin.* 1992;112(1):155-9.
- De Nardi M, La Torre A, Barassi A, Ricci C, Banfi G. Effects of cold-water immersion and contrast-water therapy after training in young soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2011;51(4):609-15.
- Ascensão A, Leite M, Rebelo AN, Magalhaes S, Magalhaes J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci.* 2011;29(3):217-25.
- Robson-Ansley PJ, Gleeson M, Ansley L. Fatigue management in the preparation of Olympic athletes. *J Sports Sci.* 2009;27(13):1409-20.
- Vidal Andreato L, Franzói de Moraes SM, Lopes de Moraes Gomes T, Del Conti Esteves JV, Vidal Andreato T, Franchini E. Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian Jiu-Jitsu athletes. *Science & Sports.* 2011;26(6):329-37.
- Ascensao A, Leite M, Rebelo AN, Magalhaes S, Magalhaes J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci.* 2011;29(3):217-25.
- Banfi G, Melegati G, Valentini P. Effects of cold-water immersion of legs after training session on serum creatine kinase concentrations in rugby players. *Br J Sports Med.* 2007;41(5):339.
- Banfi G, Melegati G, Barassi A, Dogliotti G, Melzi d'Eril G, Dugué B, et al. Effects of whole-body cryotherapy on serum mediators of inflammation and serum muscle enzymes in athletes. *J Thermal Biol.* 2009;34(2):55-9.
- Jakeman JR, Macrae R, Eston R. A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Ergonomics.* 2009;52(4):456-60.
- Franchini E, Yuri Takito M, Yuzo Nakamura F, Ayumi Matsushigue K, Peduti Dal'Molin Kiss MA. Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *J Sports Med Phys Fit.* 2003;43(4):424-31.
- Franchini E, de Moraes Bertuzzi RC, Takito MY, Kiss MA. Effects of recovery type after a judo match on blood lactate and performance in specific and non-specific judo tasks. *Eur J Appl Physiol.* 2009;107(4):377-83.
- Pointon M, Duffield R, Cannon J, Marino FE. Cold water immersion recovery following intermittent-sprint exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(7):2483-94.
- Wilcock IM, Cronin JB, Hing WA. Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? *Sports Medicine.* 2006;36(9):747-65.
- Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Melegati G. Whole-Body Cryotherapy in Athletes. *Sports Med.* 2010;40(6):509-17.
- Moeckel-Cole SA, Clarkson PM. Rhabdomyolysis in a Collegiate Football Player. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2009;23(4):1055-9.
- Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, Gant N, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of Sports Sciences.* 2007; 25(11):1163-70.
- Oakley E, Pardeiro RB, Powell JW, Millar AL. The Effects of Multiple Daily Applications of Ice to the Hamstrings on Biochemical Measures, Signs, and Symptoms Associated With Exercise-Induced Muscle Damage. *J Strength Cond Res.* 2013; Publish Ahead of Print:10.1519/JSC.0b013e31828830df.
- Ispirlidis I, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Michailidis I, Douroudos I, et al. Time-course of Changes in Inflammatory and Performance Responses Following a Soccer Game. *Clin J Sport Med.* 2008;18(5):423-31.
- Pointon M, Duffield R. Cold water immersion recovery after simulated collision sport exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(2):206-16.
- Ingram J, Dawson B, Goodman C, Wallman K, Beilby J. Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise. *J Sci Med Sport.* 2009;12(3):417-21.
- Cooke MB, Rybalka E, Stathis CG, Cribb PJ, Hayes A. Whey protein isolate attenuates strength decline after eccentricity-induced muscle damage in healthy individuals. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2010;7(1):1-9.
- Crane JD, Ogborn DI, Cupido C, Melov S, Hubbard A, Bourgeois JM, et al. Massage therapy attenuates inflammatory signaling after exercise-induced muscle damage. *Sci Transl Med.* 2012;4(119):119ra13.



Original

ARTÍCULO EN PORTUGUÊS

Performance da equipe do Barcelona e seus adversários nos jogos finais da *Champions League* e da Copa do Mundo de Clubes FIFA 2010

I. Cambre Añon^a, C. J. R. Lizana^a, E. Calazans^a, J. C. Machado^a, I. T. da Costa^b e A. J. Scaglia^a

^aLaboratório de Estudos em Pedagogia do Esporte (LEPE). Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Sao Paulo. Brasil.

^bNúcleo de Pesquisa e Estudos em Futebol (NUPEF). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. Brasil.

RESUMEN

Historia del artículo:

Recibido el 15 de septiembre de 2012

Aceptado el 12 de junio de 2013

Palabras clave:

Fútbol.

Performance.

Análisis del juego.

Rendimiento del equipo de Barcelona y sus oponentes en la final de los partidos de la Liga de Campeones y la Copa Mundial de Clubes de la FIFA 2010

Objetivo. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el rendimiento del equipo en la confrontación del Barcelona con sus oponentes, en los dos partidos más importantes de la temporada (finales de la Copa Mundial de Clubes FIFA y la UEFA *Champions League*), entre Barcelona y Santos FC, y entre Barcelona y Manchester United, respectivamente.

Método. El análisis de las conductas realizadas por los jugadores ha tenido en cuenta el número de jugadores involucrados y los fundamentos técnicos divididos en tres categorías: los fundamentos ofensivos, fundamentos defensivos y tipos de pases.

Resultados. A partir del análisis de los juegos, fue posible observar la superioridad del equipo de Barcelona en los dos partidos, en los que tiende a tener más tiempo el balón y hacer participar a un mayor número de jugadores en la fase ofensiva.

Conclusión. El modelo de juego evidenciado favorece el mantenimiento sistemático del balón, caracterizando un ataque posicional de apertura del juego y reducción de los espacios de juego.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Performance of Barcelona's team and their opponents in the finals matches of the Champions League and the FIFA Club World Cup 2010

Objective. The present study aims to evaluate the performance of the team in Barcelona confrontation with their opponents, the two most important games of the season (end of the FIFA World Club Cup and UEFA Champions League Final), between Barcelona and Santos FC, and between Barcelona and Manchester United respectively.

Method. The analysis of the behaviors performed by players took into account the number of players involved and the technical fundamentals divided into three categories: offensive fundamentals, defensive fundamentals and types of passes.

Results. From the analysis of the games, it was possible to observe the superiority of the Barcelona team in both games, when they tend to spend more time with the ball and involve a greater number of players in the offensive phase.

Conclusion. The game model evidenced favors systematic maintenance of possession, featuring a positional attack and reduced opening game spaces.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondência:

I. Cambre Añon.

R. Pedro Zaccaria, 1300.

Limeira - São Paulo. (12) 88343767.

E-mail: iago.anon@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O jogo de futebol é imprevisível, coletivo, sistêmico (devido à complexidade de suas relações), irredutível¹, requer habilidades abertas² e uma alta capacidade de adaptação às novas situações, ou seja, exige inteligência para ser jogador³, onde seu desempenho é caracterizado pela interação das dimensões tática, técnica, física e psicológica⁴⁻⁶.

No futebol, os instrumentos existentes para a avaliação da componente técnica tendem a apresentar uma análise da frequência dos eventos do jogo, como o número de passes, a quantidade de cruzamentos, o tempo de posse de bola, o setor de origem da jogada, entre outros⁷. Os poucos estudos sobre a componente tática ou organizacional do jogo de futebol buscam unir uma análise multidimensional dos eventos que ocorrem no jogo em referência à configuração situacional^{8,12-13}.

Sendo assim, o interesse de pesquisadores, treinadores ou outros intervenientes do processo de ensino/treino por instrumentos de avaliação de desempenho tem aumentado nos últimos anos, demonstrando que esse é um campo que ainda necessita de maior sustentação teórica e prática que permita predizer informações reais sobre o rendimento dos jogadores e das equipes durante uma partida^{8,12-13}.

Entre os estudos realizados, se destaca o estudo feito por Reep e Benjamin¹⁴, onde os autores verificaram que cerca de 80 % dos gols é de resultado de uma sequência de três passes ou menos e que a cada dez finalizações é marcado um gol. Estes resultados foram confirmados por outros grupos de pesquisas que analisaram jogos de diferentes finais de Copa do Mundo¹⁵⁻¹⁷.

O fato de que há equipes que alcançaram o sucesso, mesmo não utilizando o jogo mais direto, poderia indicar que há outras dimensões a serem exploradas nestes tipos de dados¹⁸⁻¹⁹. Hughes et al.¹⁶ examinaram os padrões de jogo para o sucesso (semifinalistas) e insucesso (eliminado no final da primeira fase) equipes que disputaram a Copa do Mundo de 1986 e verificaram que as equipes de sucesso obtinham mais posse de bola que equipes mal sucedidas. A interpretação do modelo empírico colocada por alguns autores²⁰⁻²², não se ajustam às características de desempenho em todos os níveis do futebol. Logo, o resultado supramencionado poderá ser mal interpretado. Na matemática, ao tratar frequências desiguais de ocorrências, os resultados são normalizados, dividindo o número de resultados pela frequência de suas ocorrências²³.

Observando os resultados divergentes pode-se concluir que, a realização da análise desses aspectos em uma avaliação torna-se importante, uma vez que as sequências e as condições de realização das ações durante o jogo influenciam diretamente o resultado final dessas ações²⁴.

Desse modo, o objetivo deste trabalho é estudar a *performance* da equipe do Barcelona em comparação com seus adversários, nos jogos finais do Mundial Interclubes da FIFA e da UEFA *Champions League*, procurando compreender como esta se comporta perante as dificuldades presentes nesse sistema que é o jogo.

MÉTODO

Amostra

O estudo trata-se de uma pesquisa descritiva observacional²⁵, no qual se observa o comportamento de equipes em ambiente de jogo. No presente estudo, foram verificados os jogos das finais da *Champions League* (2010-2011) e do Mundial Interclubes (2011), entre Barcelona e Manchester United, e entre Barcelona e Santos FC, respectivamente.

Com a finalidade de se estudar a *performance* das equipes, procurou-se verificar a realização de alguns comportamentos, divididos nas seguintes categorias: fundamentos defensivos, fundamentos ofensivos, tipos de passe e a relação entre o tempo da posse e o número de jogadores envolvidos nas ações ofensivas, tendo como base o estudo de Bergo et al.²⁶. Os critérios utilizados no instrumento encontram-se descritos na tabela abaixo.

Instrumento

Os jogos foram gravados por um gravador de DVD LG (modelo RH397H) com imagens coletadas diretamente das emissoras de televisão que transmitiam as partidas. Utilizou-se o software para análise de desempenho no futebol *Skout 1.0*²⁶, que oferece um campo de jogo estimado, ou seja, o local onde se marca as ações técnicas é estimado, de acordo com a observação do pesquisador. Nele são marcados os locais onde o(s) jogador(es) se encontram posicionados quando estão executando qualquer fundamento técnico ou tático descrito. Posterior ao processo de coleta, ocorria à tabulação dos dados em uma planilha de Excel, onde foi possível analisar e tabular os dados correspondentes ao número de jogadores por ataque e tempo de cada ataque.

Qualidade dos dados

A qualidade dos dados foi aferida através de correlação intra-observador, onde o mesmo observador analisou os 30 primeiros minutos da final da *Champions League* (2010-2011) por duas vezes, num intervalo de 15 dias. Os valores encontrados, através do recurso do SPSS 20.0, para o *Coefficiente de Correlação Intra-classe* variam entre 0.87 e 0.95, onde o menor valor (0.87) se refere ao tempo de posse de bola e o maior (0.95) se refere a realização dos fundamentos de passe.

Análise dos dados

Para a análise estatística, utilizou-se a média e desvio padrão para a análise de tempo de posse por ataque e número de jogadores envolvidos. Na análise dos fundamentos e dos passes, utilizou-se o total de ações e a porcentagem de acertos para cada um dos critérios. Através do pacote estatístico SPSS 20.0, realizou-se o Teste "t de Student" de medidas independentes, com a finalidade de comparar os fundamentos, o tempo de posse de bola e o número de jogadores envolvidos na fase ofensiva entre as equipes. Também foi realizada uma correlação entre o tempo de posse de bola e o número de jogadores envolvidos na fase ofensiva, com a finalidade de se verificar uma possível relação entre as categorias.

RESULTADOS

Fundamentos defensivos

A tabela 1 apresenta o total das ações defensivas e sua porcentagem de acertos em cada um dos critérios avaliados. Pode-se observar que, no primeiro jogo, a equipe do Barcelona apresentou um índice de acertos superior a equipe do Manchester no total de critérios defensivos. Dentre os critérios, destaca-se o número de pressões realizadas pelo Barcelona, que também foi superior ao do Manchester nos dois tempos de jogo. No segundo jogo (final do Mundial Interclubes), a equipe do Barcelona também apresentou um percentual de acertos superior ao do

Tabela 1
Descrição dos critérios

Fundamentos defensivos	Desarme	As situações em que o jogador, que estava em fase defensiva, realizava uma interceptação na trajetória da bola foram consideradas como bolas recuperadas. A recuperação foi considerada correta quando o jogador intercepta a bola e esta permanece em posse do seu time
	Bola recuperada	Entende-se por desarme o ato do jogador "roubar" a bola do adversário, quando o mesmo tem a sua posse, sendo este considerado certo quando a bola permanece com seu próprio time
	Pressão	É o ato de exercer pressão sobre o adversário com a posse de bola
	Defesa do goleiro	A defesa do goleiro foi considerada como o ato impedir uma situação de possibilidade de gol, ou seja, impedindo que a bola chegue a sua baliza, fazendo com que sua equipe permaneça com a posse de bola
Fundamentos ofensivos	Finalização	A finalização foi considerada como o remate à baliza adversária. O remate que atingisse a baliza, sendo ou não defendido pelo goleiro foi considerado correto. Já as finalizações que não atingissem a baliza adversária passaram a ser consideradas erradas
	Inversão	A transferência da bola, quando esta parte de um lado do campo e atinge o outro, foi considerado como inversão, sendo esta considerada correta quando a bola fosse recepcionada pelo companheiro de equipe
	Lançamento	O lançamento foi considerado como a ação de transmitir a bola, quando esta ultrapassa uma grande área do campo para chegar ao companheiro de equipe, sendo este considerado correto quando a bola chegasse ao domínio do companheiro de equipe
	Cruzamento	Considerou-se cruzamento quando a bola cruza a área adversária, advinda das zonas laterais do campo, sendo o mesmo considerado correto quando a bola chega ao companheiro de equipe
Passes	1 toque manutenção	Transferência da bola para os lados e para traz, no sentido da linha de fundo da equipe que esta com a posse, sendo o mesmo realizado com 1 toque na bola
	1 toque progressão	Transferência da bola em direção a linha de fundo adversária, com 1 toque na bola
	2 toques manutenção	Transferência da bola para os lados e para traz, no sentido da linha de fundo da equipe que esta com a posse, sendo o mesmo realizado com 2 toque na bola
	2 toques progressão	Transferência da bola em direção a linha de fundo adversária, com 2 toque na bola
	3 toques manutenção	Transferência da bola para os lados e para traz, no sentido da linha de fundo da equipe que esta com a posse, sendo o mesmo realizado com 3 toque na bola
	3 toques progressão	Transferência da bola em direção a linha de fundo adversária, com 3 toque na bola
	+3 toques manutenção	Transferência da bola para os lados e para traz, no sentido da linha de fundo da equipe que esta com a posse, sendo o mesmo realizado com mais de 3 toque na bola
	+3 toques progressão	Transferência da bola em direção a linha de fundo adversária, com mais de 3 toque na bola
Tempo de posse e número de jogadores	Tempo de ataque	Tempo em segundos em que é realizado cada ataque
	Número de jogadores no ataque	Contagem de jogadores diferentes que participam do ataque

seu adversário no primeiro tempo de jogo. Pode-se observar uma diferença estatisticamente significativa na realização do critério "Defesa do Goleiro", entre as equipes do Barcelona e do Santos, no jogo final do Mundial Interclubes.

Fundamentos ofensivos

Já na tabela 2, apresentam-se os resultados obtidos para os critérios ofensivos, onde pode-se observar que houve um maior índice de lançamentos por parte do Manchester durante todo o jogo e uma maior superioridade do Barcelona no número total de finalizações, na final da *Champions League*. Já no jogo final do Mundial Interclubes, pode-se observar que o Barcelona teve índices de acertos maiores que a equipe do Santos durante sua fase ofensiva, no total das ações.

Através da tabela 2, observa-se que houve diferença estatisticamente significativa entre as finalizações realizadas entre as equipes do Barcelona e do Manchester, na partida final da *Champions League*. Enquanto que na partida final do Mundial Interclubes, entre Barcelona e Santos, houve diferença estatisticamente significativa para a realização de lançamentos.

Passes realizados

A tabela 3 apresenta o número de passes, divididos em passes em progressão e manutenção, e subdivididos pelo número de toques na bola,

demonstrando também a porcentagem de acertos e tipos de passes realizados. No jogo da final da *Champions League*, pode-se observar que o Barcelona apresentou mais passes em manutenção em relação aos passes em progressão, onde o índice de passes corretos é sempre superior a 85%. Enquanto que no jogo final do Mundial Interclubes, é possível observar que o índice de acertos nos passes do Barcelona aproximou-se aos 90%. Nesta partida, a equipe do Barcelona apresentou um número superior de passes em progressão, comparados ao de manutenção.

Através da mesma tabela, verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os passes 1, 2 e 3 em manutenção e entre os passes 3 e +3 em Progressão entre as equipes do Barcelona e do Manchester United, na partida final da *Champions League*. Enquanto que no jogo final do Mundial Interclubes, foi possível identificar diferenças estatisticamente significativas entre os passes 1, 2, 3 e +3 em manutenção e entre os passes 1, 2 e 3 em progressão.

Tempo de ataque e o número de jogadores envolvidos

Na tabela 4, é apresentado os dados correspondentes ao tempo de ataque e número de jogadores envolvidos na construção do momento ofensivo. Nela, nota-se que o Barcelona conseguiu envolver uma quantidade maior de jogadores em seus ataques do que seus adversários, assim como o tempo de posse de bola. Na tabela 4, pode-se observar que houveram diferenças estatisticamente significativas entre a média do tempo de posse de bola e o número de jogadores envolvidos nas ações ofensi-

Tabela 2

Fundamentos defensivos realizados nos jogos finais da *Champions League* e no Mundial Interclubes

Campeonato		Champions League							
Equipes Período Tipo	Barcelona				Manchester				Valor p
	Total	1º Tempo % de acertos	Total	2º Tempo % de acertos	Total	1º Tempo % de acertos	Total	2º Tempo % de acertos	
Desarme	8	25	13	76,92	18	55,56	7	71,43	0,77
Bola recuperada	23	52,17	29	48,28	29	58,62	32	52,63	0,31
Pressão	64	100	53	100	40	100	42	100	0,08
Defesa do goleiro	1	100	0	0	3	100	8	75	0,19

Campeonato		Mundial Interclubes							
Equipes Período Tipo	Barcelona				Santos				Valor p
	Total	1º Tempo % de acertos	Total	2º Tempo % de acertos	Total	1º Tempo % de acertos	Total	2º Tempo % de acertos	
Desarme	7	85,71	13	61,54	13	46,15	6	83,33	0,92
Bola recuperada	22	55,56	18	55,56	25	36	23	73,08	0,21
Pressão	66	100	65	100	48	100	33	100	0,08
Defesa do goleiro	2	100	3	66,67	7	42,86	6	83,33	0,03*

*p<0,05

Tabela 3

Fundamentos ofensivos realizados nos jogos finais da *Champions League* e do Mundial Interclubes

Campeonato		Champions League							
Equipes Período Tipo	Barcelona				Manchester				Valor p
	Total	1º Tempo % de acertos	Total	2º Tempo % de acertos	Total	1º Tempo % de acertos	Total	2º Tempo % de acertos	
Finalização	9	33,33	12	66,67	2	50	2	0	0,03*
Lançamento	4	50	15	13,33	19	5,26	14	42,26	0,36
Cruzamento	3	33,33	1	0	3	0	4	25	0,31
Inversão	3	100	0	0	0	0	0	0	0,42

Campeonato		Mundial Interclubes							
Equipes Período Tipo	Barcelona				Santos				Valor p
	Total	1º Tempo % de acertos	Total	2º Tempo % de acertos	Total	1º Tempo % de acertos	Total	2º Tempo % de acertos	
Finalização	9	77,78	8	50	2	50	7	28,57	0,25
Lançamento	4	0	1	100	14	14,29	16	18,15	0,02*
Cruzamento	4	75	3	66,67	1	0	2	50	0,10
Inversão	1	100	3	100	1	100	1	100	0,42

*p<0,05

Tabela 4

Passes realizados nos jogos finais da *Champions League* e do Mundial Interclubes

Campeonato		Champions League										
Equipes Período Tipo	Barcelona					Manchester					Valor p	
	Manu.	1º Tempo Prog.	Manu.	2º Tempo Prog.	Manu.	1º Tempo Prog.	Manu.	2º Tempo Prog.	Manu.	Prog.	Manu.	Prog.
Passes 1	77	48	72	64	32	39	36	32	0,01*	0,14		
Passes 2	70	93	62	66	19	24	28	39	0,02*	0,09		
Passes 3	40	36	33	27	6	9	12	5	0,03*	0,04*		
Passes +3	15	14	13	14	12	4	3	1	0,29	0,02*		
Total	202	191	180	171	69	76	79	77				
% de acertos	98,02	89,53	98,33	86,55	95,65	69,74	94,94	88,31				

Campeonato		Mundial Interclubes										
Equipes Período Tipo	Barcelona					Santos					Valor p	
	Manu.	1º Tempo Prog.	Manu.	2º Tempo Prog.	Manu.	1º Tempo Prog.	Manu.	2º Tempo Prog.	Manu.	Prog.	Manu.	Prog.
Passes 1	78	64	85	56	23	29	21	20	0,00*	0,03*		
Passes 2	90	108	87	118	24	26	27	38	0,00*	0,01*		
Passes 3	31	31	30	38	6	9	5	10	0,00*	0,02*		
Passes +3	25	27	23	19	2	1	6	6	0,01*	0,05*		
Total	224	230	225	231	55	65	59	74				
% de acertos	97,32	89,13	96,17	90,91	98,18	64,62	89,83	83,78				

*p<0,05; Manu : passes em manutenção; Prog: passes em progressão.

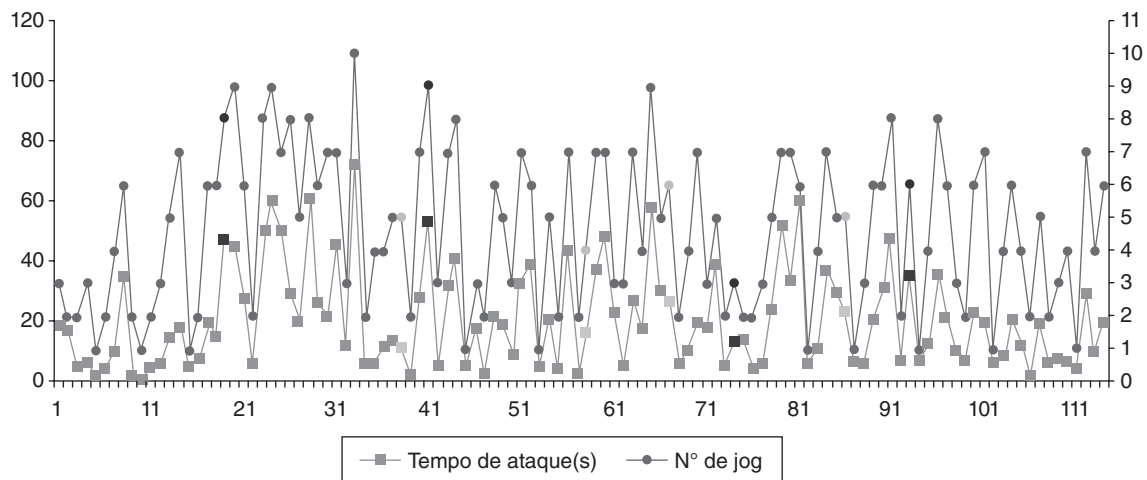


Fig. 1. Tempo de ataque e número de jogadores envolvidos- Barcelona – Final da Champions League . Pontos, pretos : intervalos de 15 minutos; gris: intervalo do jogo; negro: gol.

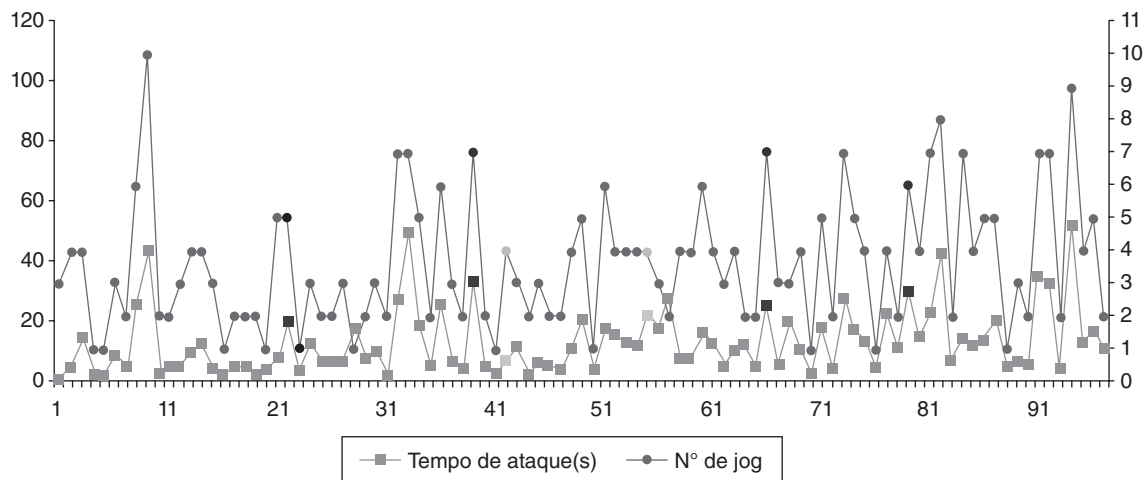


Fig. 2. Tempo de ataque e número de jogadores envolvidos- Manchester – Final da Champions League. Pontos, pretos: intervalos de 15 minutos; gris: intervalo do jogo; negro: gol.

vas entra as equipes do Barcelona e do Santos, no jogo final do Mundial Interclubes.

Nas figuras 1 e 2 são apresentados o tempo de cada ataque (eixo principal) que varia de 0 à 120 segundos e o número de jogadores envolvidos no momento ofensivo (eixo secundário), que varia entre 0 e 11 jogadores, das equipes do Barcelona e do Manchester respectivamente. A relação entre o tempo da posse de bola e o número de jogadores envolvidos na fase ofensiva apresenta uma correlação forte, expressa pelo valor do Coeficiente de Pearson (r) igual a 0,99.

Enquanto que nas figuras 3 e 4 pode-se observar a relação entre o tempo de ataque (eixo principal) e o número de jogadores envolvidos na fase ofensiva (eixo secundário) no jogo final do Mundial Interclubes, entre Barcelona e Santos FC. Através desses dados, foi possível verificar uma correlação forte ($r = 0,90$).

DISCUSSÃO

Este trabalho tem por objetivo estudar a *performance* da equipe do Barcelona em comparação com seus adversários, nos jogos finais do Mundial Interclubes da FIFA e da UEFA *Champions League*. A partir dos resultados obtidos para os fundamentos defensivos, pode-se observar que a

equipe do Barcelona, no jogo final da *Champions League*, realiza uma maior pressão do que a equipe do Manchester, com a finalidade de recuperar a posse de bola o quanto antes, enquanto que a equipe do Manchester possui um melhor rendimento nos desarmes e nas bolas recuperadas. Isso pode ser explicado pelo fato do Barcelona possuir um maior tempo de posse de bola, fazendo com que a equipe adversária corra atrás da bola. Estes dados revelam uma propensão para as ações ofensivas serem precedidas de um tipo de recuperação, isto é, a bola recuperada pode ser entendida como uma leitura de jogo eficaz para cortar uma determinada linha de passe do adversário e assim tomar uma ação de forma eficaz, podendo ele ser um passe ou ao remate do adversário, ocupando o espaço correto e num *timing* adequado.

Os resultados corroboram os estudos mencionados por Garganta²⁷, quando este refere à interceptação como a forma mais vantajosa de garantir a eficácia do processo ofensivo. Seguindo a mesma linha, a opção do passe longo também possui uma certa relação com a perda da posse de bola, neste caso, por recuperação de bola pela equipe adversária sem interrupção do jogo²⁸⁻²⁹.

Também foi possível verificar que o goleiro de Manchester realizou uma quantidade maior de defesas em relação ao goleiro do Barcelona, podendo ser explicado pelo fato da equipe do Barcelona possuir um maior número de finalizações em relação à equipe do Manchester. Já na

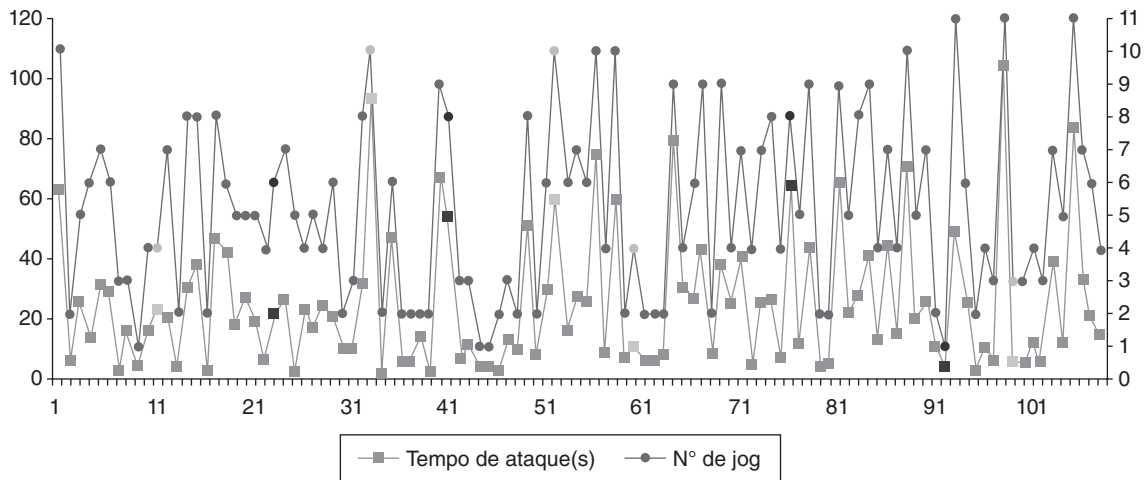


Fig. 3. Tempo de ataque e número de jogadores envolvidos- Barcelona – Final do Mundial Interclubes. Pontos, pretos: intervalos de 15 minutos; gris: intervalo do jogo; negro: gol.

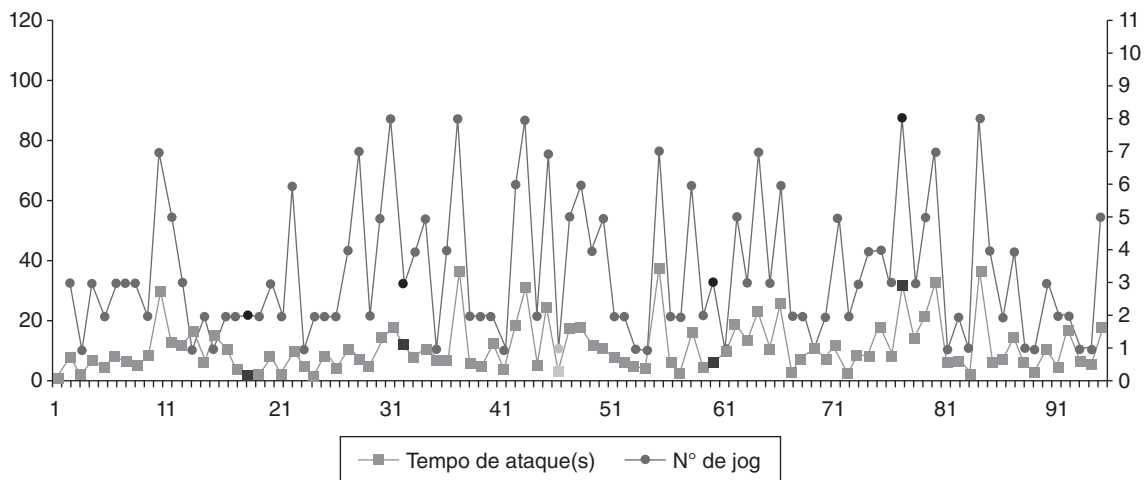


Fig. 4. Tempo de ataque e número de jogadores envolvidos- Santos – Final do Mundial Interclubes. Pontos, pretos, intervalos de 15 minutos; gris: intervalo do jogo; negro: gol.

partida final do Mundial Interclubes, foi possível verificar uma superioridade da equipe espanhola. A equipe realizou um maior número de desarmes, mesmo ficando mais tempo com a posse de bola, e uma maior pressão em relação a equipe do Santos. Também verificou-se uma diferença estatisticamente significativa para o número de defesas realizado pelos goleiros, tendo o goleiro do Santos efetuado uma maior quantidade de defesas em relação ao goleiro do Barcelona, demonstrando uma superioridade por parte da equipe espanhola neste quesito.

Para os fundamentos ofensivos, foi possível identificar uma diferença estatisticamente significativa entre o número de finalizações realizadas entre as equipes, na partida final da *Champions League*. A equipe do Barcelona realizou 21 finalizações, sendo nove no primeiro tempo e 12 no segundo, enquanto que a equipe do Manchester, por sua vez, realizou apenas quatro finalizações. Na mesma partida, a equipe do Manchester possuiu uma melhor *performance* nos cruzamentos e nos lançamentos. No entanto, mesmo tendo esses melhores aproveitamentos, a equipe não conseguiu transformá-los em situações de finalização.

Já na partida final do Mundial Interclubes, a superioridade do Barcelona fica novamente perceptível. A equipe realizou um maior número de finalizações, cruzamentos e inversões de jogo em relação à equipe do Santos FC. No entanto, foi possível verificar uma diferença estatisticamente significativa em relação ao número de lançamentos realizados

entre as equipes, tendo o Santos FC realizado um maior número de lançamentos. Esse fato pode ser explicado pela preferência da equipe do Barcelona em utilizar passes curtos, na opção de um jogo mais apoiado, corroborando os dados, Hughes & Franks²³ também verificaram que momentos ofensivos construídos por um maior número de passes levam a um maior número de remates, assim como a um maior número de gol. Estes resultados demonstram que em alguns momentos, é mais vantajoso que as equipes tenham alguma paciência na construção do processo ofensivo.

No entanto, Reep e Benjamin¹⁴ verificaram uma maior incidência de gols marcados a partir de poucas sequências de passe, nesse sentido, o fato de que há equipes que alcançaram o sucesso através da utilização de um jogo indireto, como o Barcelona, poderia indicar que há outras dimensões a serem exploradas nestes tipos de dados²³.

Quanto aos passes realizados, na partida final da *Champions League*, foi possível identificar diferenças estatisticamente significativas em relação ao número de passes realizados em manutenção entre as equipes do Barcelona e do Manchester, para o passe 1, passe 2 e passe 3, assim como diferenças significativas na execução do passe 3 e do passe +3 em progressão, tendo o Barcelona uma melhor rendimento. Enquanto que na partida final do Mundial Interclubes houveram diferenças estatisticamente significativas para a realização de todos os tipos de passe, tanto

Tabela 5

Tempo de ataque e número de jogadores envolvidos nos jogos finais da *Champions League* e do Mundial Interclubes

Campeonato		Champions League									
Equipes Período Tipo	Barcelona				Manchester				Valor p		
	1º Tempo		2º Tempo		1º Tempo		2º Tempo				
	T (s)	No de jog.	T (s)	No de jog.	T (s)	No de jog.	T (s)	No de jog.	T (s)	No de jog.	
Média	21,02	4,67	20,19	4,44	11,11	3,25	16	4,09	0,11	0,29	
Desvio Padrão	18,05	2,55	14,72	2,14	10,28	1,89	11,05	2,06			

Campeonato		Mundial Interclubes									
Equipes Período Tipo	Barcelona				Santos				Valor p		
	1º Tempo		2º Tempo		1º Tempo		2º Tempo				
	T (s)	No de jog.	T (s)	No de jog.	T (s)	No de jog.	T (s)	No de jog.	T (s)	No de jog.	
Média	23,46	4,9	27,06	5,54	10,32	3,3	12,2	3,27	0,02*	0,04*	
Desvio Padrão	20,57	2,65	23,95	2,85	7,96	2,1	9,06	2,06			

* $p < 0,05$; T: Tempo; N° de jog.: número de jogadores envolvidos no ataque.

em manutenção quanto em progressão, tendo o Barcelona sempre tido uma melhor *performance*.

Através desses dados, pode-se constatar uma superioridade da equipe espanhola em relação à equipe brasileira. Corroborando com os dados encontrados no presente estudo, Couto³⁰ constatou que as sequências ofensivas com um maior número de passes são aquelas que tendem a revelar uma maior eficácia. Hughes e Franks²³ também verificaram que sequências ofensivas realizadas com um maior número de passes levam a uma maior quantidade de remates, assim como a um maior número de gol. Já outro estudo realizado por Low et al.³¹, em uma observação de quarenta jogos do Campeonato do Mundo de 2002 na Coreia/Japão, refere que a capacidade para manter a posse de bola e simultaneamente progredir com esta no terreno de jogo é um forte indicador de uma *performance* de nível superior.

Pôde-se constatar a preferência da equipe do Barcelona pela execução de passes em manutenção, na partida contra o Manchester. Através desses dados, fica nítida a preferência da equipe por um ataque mais posicionado, privilegiando a posse de bola. Já na partida contra o Santos FC, a equipe do Barcelona realizou uma quantidade maior de passes em progressão. Uma das prováveis hipóteses para o ocorrido seria de que nesse jogo, a equipe espanhola encontrou um maior espaço para prosseguir com a bola. Na mesma lógica, Garganta²⁷ refere que as equipes mais bem sucedidas apostam mais frequentemente num estilo de jogo indireto, recorrendo ao ataque posicional.

Apesar de não haver diferenças significativas quanto ao tempo de posse de bola e o número de jogadores envolvidos na fase ofensiva, na partida final da *Champions League*, foi possível constatar que a equipe espanhola tende a ficar mais tempo com a bola e, também, tende a envolver um número maior de jogadores na fase ofensiva. Já na partida contra o Santos FC, na final do Mundial Interclubes, foi possível verificar diferenças estatisticamente significativas quanto ao tempo da posse de bola e o número de jogadores envolvidos no ataque. A equipe do Barcelona conseguiu permanecer um maior tempo com a posse de bola e envolver uma quantidade maior de jogadores no decorrer da fase ofensiva.

A partir dos dados expostos na tabela 5, ficou nítida a superioridade da equipe do Barcelona, onde esta procurou privilegiar a posse de bola, conseguindo envolver uma quantidade maior de jogadores no decorrer da fase ofensiva. Enquanto que através das figuras foi possível verificar uma forte correlação entre o tempo de posse de bola e o número de jogadores que participam da fase ofensiva.

Em contrapartida, Cabezón e Fernández³² apontam em seus estudos que as sequências que resultam em gols tendem a ter um tempo de realização relativamente curto, onde estes constataram que, em jogos pro-

fissionais do Campeonato Espanhol 1993-1994, as ações que resultaram em gols tiveram em sua eficácia uma relação inversa com o tempo de duração dessas sequências. Já Hughes e Franks²³ e Garganta³³ referem que as equipes mais bem sucedidas tendem a possuir um número maior de jogadores em contato direto com a bola e com um tempo de realização do ataque mais elevado, recorrendo ao ataque posicional.

A partir da análise dos jogos da final da *Champions League* e do Mundial Interclubes, foi possível observar a superioridade da equipe do Barcelona, onde esta tende a permanecer mais tempo com a posse de bola e a envolver uma maior quantidade de jogadores no decorrer da fase ofensiva, qualificando a manutenção da posse de bola.

A equipe do Barcelona demonstrou uma melhor *performance* no número de passes realizados, quando comparados aos seus adversários, demonstrando que a equipe apresenta uma alta mobilidade e uma proximidade entre seus jogadores, facilitando a execução dos passes e sua eficiência.

Através do estudo, também pôde-se constatar que a equipe do Barcelona finalizou mais vezes ao gol do que seus adversários, sendo resultado de uma construção de ataque de forma eficaz, resultando da adaptação às situações que o adversário oferece durante a partida, demonstrando pela variação de tempo e número de jogadores na construção do momento ofensivo.

Já na fase defensiva, observou-se que a equipe do Barcelona tende a realizar uma pressão ao portador da bola. Os altos índices de desarme e de bolas recuperadas pode ser explicada pela grande quantidade de pressão exercida pela equipe do Barcelona em seus adversários, quando estes possuem a posse de bola, tornando assim a compreensão da realização do *pressing*.

Por fim, podemos notar que este estudo detêm importância ao apresentar a observação de jogo em uma visão sistêmica, com alta validade ecológica, visando uma análise ampla do jogo de futebol.

Conflito de interesses

Os autores declaram que no tienen ningún conflito de intereses.

RESUMO

Objetivo. O presente estudo tem como objetivo avaliar a *performance* da equipe do Barcelona em confronto com seus adversários, nos dois jogos mais importantes da temporada (final do Mundial Interclubes da FIFA e final UEFA *Champions League*), entre Barcelona e Santos FC, e entre Barcelona e Manchester United, respectivamente.

Método. A análise dos comportamentos desempenhados pelos jogadores levou em consideração o número de jogadores envolvidos e os fundamentos técnicos divididos em três categorias: fundamentos ofensivos, fundamentos defensivos e tipos de passe.

Resultados. A partir da análise dos jogos, foi possível observar a superioridade da equipe do Barcelona, em ambos os jogos, onde a mesma tende a ficar mais tempo com a posse de bola e envolver uma maior quantidade de jogadores na fase ofensiva.

Conclusão. O modelo de jogo evidenciado privilegia a manutenção sistemática da posse de bola, caracterizando um ataque posicional de abertura e redução de espaços de jogo.

Palavras-chave:

Futebol.

Performance.

Análise do jogo.

Referências

- Freire JB. *Pedagogia do Futebol*. Campinas: Autores Associados; 2003;98.
- Graça A. Os comos e os quando no ensino dos jogos desportivos coletivos. In: Oliveira J, editor. 1995.
- Scaglia AJ. O futebol e as brincadeiras de bola: a família dos jogos de bola com os pés. São Paulo: Phorte; 2011.
- Bangsbo J. The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand Suppl*. 1994;619:1-155.
- Miller R. A "small-game" approach to tactical awareness. *Scholastic Coach*. 1995;64(10):27-30.
- Júlio J, Araújo D. Abordagem dinâmica da ação tática no jogo de futebol. En: Araújo D, editor. O contexto da decisão : A ação tática no desporto. Lisboa, Portugal:2005. p. 159-77.
- Castellano J, Hernández Mendo A. Análisis diacrónico de la acción de juego en fútbol. *Lecturas educación Física y Deportes [Internet]*. 2002; 8(49).
- Gréhaigne JF, Mahut B, Fernandes A. Qualitative observation tools to analyse soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 2001; 1(1):52-61.
- Shestakov MP, Kosilova NM, Zasenka NA, Averkin AN. A formal description of a spatial situation in soccer. *Research Yearbook*. 2007;13(1):51-5.
- Ferreira RB, Paoli PB, Costa FRd. Proposta de 'scout' tático para o futebol. *Lecturas: Educación Física y Deportes [Internet]*. 2008; 12:[118 p.].
- Scaglia AJ. O Futebol que se aprende e o Futebol que se ensina [Dissertação]. Campinas: FEF-UNICAMP; 1999.
- Gréhaigne J-F, Bouthier D, David B. Dynamic-system analysis of opponent relationships in collective actions in soccer. *J Sports Sci*. 1997;15(2):137-49.
- Hughes C, Franks I. *Notational analysis of sport*. London: E. & F. N Spon; 1997.
- Reep C, Benjamin B. Skill and chance in association football. *Journal of the Royal Statistical Society Series A (General)*. 1968;131(4):581-5.
- Franks I, Sinclair G, Thomson W, Goodman D. Analysis of the coaching process. *Sports Science Periodical on Research and Technology in Sport*. 1996:38-55.
- Hughes M, Robertson K, Nicholson A. Comparison of patterns of play of successful and unsuccessful teams in the 1986 World Cup for soccer. En: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ, editors. *Science and Football*. Liverpool: E & FN SPON; 1988. p. 363-7.
- Gréhaigne JF. Systemic approach and soccer. En: Hughes M, editor. *Notation of Sport III*. UWIC. 31999. p. 1-8.
- Hughes M, Franks I. Analysis of passing sequences, shots and goals in soccer. *J Sports Sci*. 2005;23(5):509-14.
- Dellal A, Chamari K, Wong DP, Ahmaidi S, Keller D, Barros R, et al. Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*. 2011;11(1):51-9.
- Hughes C. *The Football Association Coaching Book of Soccer Tactics and Skills*. London: Queen Anne Press; 1987.
- Bate R. Football chance: tactics and strategy. En: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ, editors. *Science and Football*. Liverpool: E & FN SPON; 1988. p. 293-301.
- Frankis IM. Critique but critique accurately and with the facts: a reply to Allen Wade. *Soccer Journal*. 1989:39-41.
- Hughes M, Churchill S. Attacking profiles of successful and unsuccessful team in Copa America 2001. En: Reilly T, Cabri J, Araújo D, editors. *Science and Football V*. London and New York: Routledge; 2005. p. 219-24.
- Garganta J. A análise do jogo em futebol. *Percurso evolutivo e tendências*. En: Tavares FE, editor. *Estudos 2 - Estudo dos jogos desportivos Concepções metodológicas e instrumentos*. Faculdade de Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto: Multitema; 1999. p. 14-40.
- Thomas JR, Nelson JK. *Métodos de pesquisa em atividade física*. 2002.
- Bergo FPG, Anido R, Barros RML, Cunha Sa, Freire JB. Software para análise topológica de ações no futebol. *Anais do Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, São Caetano do Sul, SP: CELAFISCS*. 1998;21:90.
- Garganta J. *Modelação tática do jogo de Futebol. Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento: FCDEF-UP*; 1997.
- Silva A. *Padrões de jogo no processo ofensivo em Futebol de Alto rendimento: análise dos jogos da segunda fase do Campeonato do Mundo Coreia - Japão 2002*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; 2004.
- Barreira D. *Transição defesa-ataque em Futebol. Análise Sequencial de padrões de jogo relativos ao Campeonato Português 2004/2005*. Porto: FA-DEUP; 2006.
- Couto P. *Estudo Comparativo das Sequências Ofensivas Finalizadas pelas Equipas Melhor e Pior Classificadas no Campeonato do Mundo de Futebol, Alemanha 2006: Dissertação de Mestrado apresentada à FCDEF-UP*. Porto; 2007.
- Low D, Taylor S, Williams M. A quantitative analysis of successful and unsuccessful teams. *The FA Coaches Association Journal*. 2002;4:32-4.
- Cabezón J, Fernández J. La mappa del gol. *Notazonario Settore Tecnico. FIGC*. 1996 (4):16-21.
- Garganta J, Maia J, Basto F. Analysis of goal-scoring patterns in European top level soccer teams. En: Reilly T, Bangsbo J, Hughes M, editors. *Science and Football III Proceedings of the Third World Congress of Science and Soccer*. London: E & FN Spon; 1997. p. 246-50.



Original

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

Espessura carotídea, idade vascular e treinamento físico na síndrome metabólica

J. Boufleur Farinha^a, A. A. Naujorks^b, C. Reckelberg Azambuja^a, C. Francieli Spohr^a, D. Sastre Rossi^a,
C. J. Pereira Haygert^b e D. Lopes Dos Santos^a

^aDepartamento de Métodos e Técnicas Desportivas. Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. Brasil.

^bDepartamento de Cardiologia. Instituto de Radiologia São Lucas. Santa Maria. Brasil.

RESUMEN

Grosor carotídeo, edad vascular y entrenamiento físico en el síndrome metabólico

Objetivo. Investigar la influencia del entrenamiento físico concurrente (EC) sobre el grosor íntimo-medio carotídeo (IMT) y edad vascular (VA) en individuos con síndrome metabólico (SM).

Método. 22 voluntarios sedentarios (51,50 ± 6,52 años de edad) fueron sometidos a EC durante 30 semanas, tres veces por semana. Antes y después del EC, se analizaron variables antropométricas, funcionales y bioquímicas. Se realizó ecografía bidimensional del IMT carotídeo. La comparación y cuantificación del IMT carotídeo de los participantes fue denominado VA. Se llamó delta de edad a la diferencia entre la VA y la edad cronológica y se calculó la puntuación de riesgo de Framingham. Además, también se calculó la puntuación de riesgo de Framingham modificada (MFS) en la que se sustituyó la edad cronológica por la VA.

Resultados. Tras 30 semanas de EC no se observa una disminución estadística en el IMT carotídeo, la VA, el delta de edad y la puntuación Framingham. Sin embargo, la puntuación en la MFS desciende tras la intervención ($p < 0,05$). Además, en individuos con SM el EC aumenta los niveles del colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (c-HDL) ($p < 0,05$) así como el consumo máximo de oxígeno estimado ($p < 0,01$).

Conclusión. El entrenamiento concurrente propuesto no modifica el IMT carotídeo ni la VA, si bien se observa una reducción de la puntuación MFS que puede servir para identificar individuos de alto riesgo previamente no identificados y ayudar en la terapia individualizada de los pacientes con SM.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Historia del artículo:

Recibido el 17 de febrero de 2012

Aceptado el 17 de abril de 2013

Palabras clave:

Síndrome metabólico X.

Ejercicio.

Grosor íntima-media

Aterosclerosis.

Keywords:

Metabolic syndrome X.

Exercise.

Carotid intima-media thickness.

Atherosclerosis.

ABSTRACT

Carotid thickness, vascular age and physical training in metabolic syndrome

Objective. To investigate the influence of a concurrent physical training (CT) on the carotid intima-media thickness (IMT) and vascular age (VA) of individuals with metabolic syndrome (MS).

Method. Twelve sedentary volunteers (51,50 ± 6,52 years old) were submitted to a CT during 30 weeks, three times per week. Before and after the CT, were analyzed anthropometric, functional and biochemical variables. It was performed a two-dimensional ultrasound for carotid IMT and the quantification and comparison of carotid IMT of participants was named VA. The difference between VA and chronological age was named age's delta and the Framingham risk score was calculated. Furthermore, it was calculated the modified Framingham risk score (MFS), replacing chronological age for VA.

Results. The carotid IMT, the VA, the age's delta and the Framingham score did not decrease significantly after 30 weeks of CT. However, the scoring in MFS decreased after the intervention ($p < 0,05$). Besides, the CT increased the high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) levels ($p < 0,05$) and the estimated maximal oxygen uptake ($p < 0,01$) in individuals with MS.

Conclusion. The proposed concurrent training did not alter the carotid IMT and the VA, although had decreased the MFS scoring, which can identify individuals previously not recognize such with a high risk and assist in the individual therapy of patients with MS.

© 2014 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondência:

J. Boufleur Farinha.

Departamento de Métodos e Técnicas Desportivas.

Centro de Educação Física e Desportos.

Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900.

Santa Maria, RS, Brasil.

E-mail: jbfarina@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A síndrome metabólica (SM), também conhecida como síndrome X metabólica, é caracterizada pela dislipidemia aterogênica, resistência insulínica, hipertensão e obesidade visceral¹. Evidências científicas demonstram que a SM está relacionada com a presença da doença arterial coronariana, do aneurisma da aorta abdominal, de doenças cerebrovasculares e vasculares periféricas². Além disso, as doenças cardiovasculares (DCV) lideram as causas de morte no Brasil, respondendo por 17 % das internações de pessoas com idade entre 40 e 59 anos e 29 % daqueles com mais de 60 anos³, com o acidente vascular cerebral estando, conforme o ano e o Estado da Federação, entre a 1ª e a 3ª principal causa de mortalidade no Brasil⁴.

A perda ponderal e a prática regular de exercícios físicos têm sido aconselhadas para a prevenção e o tratamento da SM⁵. Mais especificamente, o exercício físico regular de intensidade leve a moderada é recomendado para a manutenção da saúde e prevenção de inúmeras doenças⁶. Intervenções que possibilitem a junção dos inúmeros benefícios crônicos relacionados com a prática de exercícios aeróbios e resistidos, como é o caso do treinamento combinado (TC), devem ser encorajadas.

Somadas à prática de exercícios físicos, ferramentas utilizadas na estratificação do risco de eventos cardiovasculares como a aterosclerose são importantes. Dentre elas, destaca-se a avaliação da espessura da camada mio-intimal (CMI) carotídea, representada pela distância compreendida entre a superfície luminal da túnica íntima e a face interna da túnica adventícia das artérias carótidas⁷. Sabe-se que um aumento anormal da espessura da CMI das artérias carótídeas está diretamente relacionado com a severidade da aterosclerose coronariana e com o derrame cerebral⁸ e, espera-se que o exercício físico atenuar este danoso processo. Além disso, o escore de Framingham também tem sido utilizado no prognóstico de DCV. Como a pontuação final do escore de Framingham é bastante influenciada pela idade cronológica, a substituição desta pela "idade vascular", ou seja, a quantificação e comparação da espessura mio-intimal carotídea, é incentivada na tentativa de melhorar a predição das DCV em populações de risco⁹.

A literatura é controversa quanto à intensidade de esforço necessária para provocar alterações protetoras significativas na função endotelial e na CMI carotídea e, inconclusiva sobre os efeitos do treinamento dinâmico de força sobre o sistema vascular¹⁰. Ressalta-se que os estudos que relacionam o exercício físico com a CMI carotídea são predominantemente transversais¹¹⁻¹² e que não foram encontradas investigações que analisassem os efeitos de um TC sobre a espessura da CMI carotídea e/ou a idade vascular em populações com elevado risco cardiovascular.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar a influência de um treinamento físico combinado sobre a espessura mio-intimal carotídea e a idade vascular de indivíduos com síndrome metabólica.

MÉTODO

Participantes

Primeiramente, a pesquisa foi divulgada no site da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), instituição localizada no estado do Rio Grande do Sul, e nos jornais de circulação da cidade. Foram incluídos sujeitos com idade entre 40 e 60 anos e que estavam sedentários (as) no momento inicial do estudo. Foram adotados como critérios de exclusão: a) diagnóstico de DCV,

b) ausência em mais de 25 % das sessões de exercício físico e c) alterações nos medicamentos durante o período do estudo. O grupo de participantes contou inicialmente com 19 sujeitos destreinados que possuíam três ou mais dos critérios de classificação da SM de acordo com o *National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III*³. Todos os indivíduos recrutados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSM, de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) número 0032.0243.000-07.

Programa de treinamento físico combinado

O programa de treinamento físico teve a duração de 30 semanas (\pm 7,5 meses), sendo as atividades realizadas nas segundas, quartas e sextas-feiras, pelo turno da manhã em uma pista ao ar livre da UFSM. Quanto aos exercícios aeróbicos, os sujeitos foram orientados a caminhar em um ritmo moderado durante uma média de 30 minutos nas primeiras semanas. Solicitou-se que os participantes aumentassem a intensidade da caminhada ao longo dos meses, até atingir uma média de 45 minutos com uma velocidade relativamente rápida. Semanalmente, o tempo despendido e a distância total percorrida por cada participante eram registrados.

Na parte relativa ao treinamento resistido, que foi desenvolvida na sala de musculação do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) da UFSM, os indivíduos seguiram um treinamento de resistência muscular. Iniciou-se o treinamento resistido com poucos exercícios e uma baixa carga para a familiarização da técnica de execução dos movimentos. Através da progressão do volume e da intensidade de treinamento, no último mês do programa de exercícios resistidos proposto, todos os participantes estavam realizando três séries com 15 repetições em cada um dos seguintes exercícios: remada baixa, voador peitoral, tríceps no *pulley*, rosca bíceps, elevação lateral, *leg-press*, cadeira extensora, cadeira flexora, cadeira abduutora, cadeira adutora, e abdominal no solo¹⁴. Cada sessão de musculação durava em média 45 minutos e os participantes respeitavam o intervalo de um minuto de recuperação entre cada série. A carga dos aparelhos ou a dos pesos livres com que os indivíduos realizavam os exercícios no volume proposto também era registrada semanalmente. A orientação e o monitoramento dos exercícios físicos aeróbios e resistidos eram realizados por profissionais e acadêmicos do curso de Educação Física. Ao início de cada sessão, o alongamento era orientado coletivamente, e ao término da mesma, realizado individualmente.

Todos os testes descritos a seguir foram realizados pelo mesmo avaliador e no mesmo horário do dia, antes da 1ª e após as 30 semanas de intervenção.

Avaliação antropométrica

A estatura e a massa corporal foram verificadas com o uso de um estadiômetro portátil com resolução de 1mm (Cardiomed, Curitiba, PR) e uma balança digital com sensibilidade de 0,1kg (Plenna, São Paulo, SP). Para a medição das circunferências do abdômen, da cintura e do quadril foi utilizada uma fita inelástica graduada em milímetros¹⁵.

Avaliação da aptidão cardiorrespiratória e níveis pressóricos

A capacidade cardiorrespiratória foi avaliada através do teste de caminhada de uma milha¹⁶ desenvolvido para pessoas sedentárias e/ou

com baixa capacidade funcional de ambos os sexos. Através de uma fórmula que utiliza informações como a idade, massa corporal, sexo, tempo transcorrido e a frequência cardíaca do indivíduo no final do teste, tem-se uma estimativa do $VO_{2máx}$. O teste foi realizado na pista atlética do CEFD da UFSM. As pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram aferidas através de um esfigmomanômetro aneróide (BIC, Itupeva, SP)¹⁷.

Avaliação do perfil bioquímico

A coleta de sangue foi realizada após os indivíduos permanecerem 12 horas em jejum e sem terem realizado exercícios físicos nas 24 horas anteriores. As amostras sanguíneas foram coletadas através da punção venosa em tubos Vacutainers® (BD Diagnostics, Plymouth, Reino Unido) com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), citrato de sódio ou sem anticoagulantes. Soro e plasma foram separados por uma centrifugação a 2500 xg por 15 min a 4°C. Os níveis de glicose, colesterol total (CT), triglicérides (TG) e proteína C-reativa ultra-sensível (PCR-us) foram mensurados através de métodos enzimáticos padronizados pelo uso de reagentes (Ortho Clinical Diagnostics®, Johnson & Johnson, Rochester, Estados Unidos América) com um analisador automático (Vitros 950® dry chemistry system; Johnson & Johnson, Rochester, Estados Unidos da América), de acordo com as instruções do fabricante. Os níveis da lipoproteína de alta densidade (HDL-C) foram mensurados através de um método previamente descrito na literatura¹⁸ e as concentrações da lipoproteína de baixa densidade (LDL-C), estimadas pela equação de Friedewald¹⁹.

Avaliação da espessura mio-intimal carotídea

O ultrassom bidimensional utilizado para a mensuração da espessura da CMI carotídea foi realizado por um ecografista vascular com Certificado de Habilitação em Ultra-sonografia Vascular pela Sociedade Brasileira de Cardiologia, Radiologia e Angiologia. Para tal, foi utilizado o aparelho Esaote MyLab 25 Gold (Esaote Inc., Milano, Itália) com transdutor linear de 10 MHz. A técnica utilizada foi baseada na análise direta de sinal de radiofrequência, com alta resolução espacial. O software utilizado pelo aparelho é o Quality Intima Media Thickness (QIMT), o qual segue o Consenso de Mannheim²⁰.

O segmento utilizado para mensuração foi o das carótidas comuns distais bilateralmente, entre 1 e 3 cm proximalmente à bifurcação. Foram consideradas as medidas médias da CMI fornecidas pelo software. As médias obtidas para cada lado foram inseridas digitalmente em um gráfico baseado nos dados dos investigadores do *The Atherosclerosis Risk in Communities* (ARIC)²¹, que delimita o percentil 75 para o sexo, raça e idade cronológica (IC) como ponto de corte superior da normalidade.

O ponto inserido no gráfico representa a maior medida obtida em ambos os lados. Este ponto plotado na IC de cada caso foi comparado com o percentil 75 que corresponderia a esta medida, obtendo-se assim a variável “idade vascular” (IV) de cada indivíduo. Por exemplo: uma mulher branca com 60 anos de idade deve apresentar de acordo com o percentil 75 do estudo do ARIC²¹, uma espessura da CMI carotídea de aproximadamente 0,68 mm. Entretanto, se ela apresenta uma espessura de 0,78 mm, sua idade vascular séria de 70 anos.

A diferença entre a IV e a IC de cada indivíduo gerou outra variável denominada neste estudo de “delta da idade”, ou «delta» ($\Delta = IC - IV$). Esta variável alternativa, o delta, foi utilizada para simplificar a interpretação e comparação dos dados, uma vez que integra a medida da camada mio-intimal de acordo com o sexo, raça e idade cronológica em

uma variável quantitativa. Quando negativo, o delta indica alteração da medida em relação aos critérios descritos. Valores iguais ou superiores a zero são considerados normais.

Escore de Framingham

O escore de Framingham foi calculado através da avaliação das mesmas variáveis do estudo original (idade, sexo, taxas sanguíneas de CT e HDL-C, valores da pressão arterial, presença de diabetes e hábito do fumo)²². Além disso, optou-se por realizar o mesmo cálculo com a substituição da idade cronológica pela idade vascular, denominado neste estudo de escore de Framingham modificado (EFM), pois tal proposta já se mostrou útil na predição do risco de DCV através da quantificação e comparação da espessura da CMI carotídea⁹.

Análise estatística

A estatística descritiva dos resultados está apresentada como valor da média \pm desvio padrão da média (DP). A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Foi utilizado o teste de Wilcoxon na comparação pré e pós-intervenção das seguintes variáveis que apresentaram distribuição não paramétrica: $VO_{2máx}$, PAD, TG, glicose e PCR-us e o teste *t* de Student pareado para as demais variáveis. Foi utilizado o programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, Chicago, Estados Unidos da América) versão 14.0 e adotado um nível de significância de 5 %.

RESULTADOS

Dos 19 voluntários que iniciaram participando do estudo, 12 concluíram o TC e foram considerados nas análises estatísticas (sete indivíduos desistiram ao longo do estudo devido à falta de interesse no mesmo ou pela ausência em mais 25 % das sessões de TC). A aderência ao TC foi de 84 % (número de sessões frequentadas X 100/número de sessões oferecidas) ao longo da intervenção. Na tabela 1, são apresentados os dados descritivos da amostra. Observa-se que esta é predominantemente composta por mulheres (75 %), não fumantes (75 %) e indivíduos que utilizam recursos farmacológicos para o tratamento da SM (75 %).

Após as 30 semanas de TC, observa-se que os valores da massa corporal, do IMC, da circunferência da cintura e da pressão arterial sistólica e diastólica não alteraram significativamente em relação ao início da intervenção. Em contrapartida, as circunferências do abdômen e do qua-

Tabela 1
Características de adultos com síndrome metabólica pré-intervenção (n = 12)

Características	Semana 0
Sexo, F/M	9/3
Idade, anos (média \pm DP)	51,50 \pm 6,52
Fumo, n (%)	
Nunca	9 (75)
Ex-fumantes	1 (8,3)
Fumantes	2 (16,7)
Medicamentos, n (%)	
Antidislipidêmicos	4 (33,3)
Antidiabéticos	3 (25)
Anti-hipertensivos	4 (33,3)

Tabela 2

Variáveis antropométricas, pressóricas, bioquímicas e da aptidão cardiorrespiratória de indivíduos com síndrome metabólica antes e após 30 semanas de treinamento combinado. Dados apresentados como média \pm DP

Variável	Semana 0	Semana 30
Massa corporal (kg)	93,37 \pm 23,83	93,16 \pm 23,93
Altura (m)	1,62 \pm 0,07	1,62 \pm 0,07
IMC (kg/m ²)	35,43 \pm 7,73	35,35 \pm 7,91
Circunferência do abdômen (cm)	112,15 \pm 16,75	109,79 \pm 17,55**
Circunferência da cintura (cm)	106,14 \pm 8,97	104,91 \pm 18,42
Circunferência do quadril (cm)	113,80 \pm 12,54	112,12 \pm 12,41**
Pressão arterial sistólica (mm Hg)	144,16 \pm 17,81	143,41 \pm 19,77
Pressão arterial diastólica (mm Hg)	95,41 \pm 9,87	93,97 \pm 12,98
Colesterol total (mg/dl)	238 \pm 65,49	216,16 \pm 49,10
Triglicérides (mg/dl)	223,16 \pm 162,07	167 \pm 82,41
HDL-C(mg/dl)	50,58 \pm 9,97	54,83 \pm 12,60*
LDL-C (mg/dl)	142,53 \pm 40,81	127,93 \pm 40,56
Glicose (mg/dl)	119,41 \pm 56,04	127,16 \pm 52,03
PCR-us (mg/l)	7 \pm 4,93	7,83 \pm 7,30
VO ₂ max (ml.kg. ⁻¹ min. ⁻¹)	18,34 \pm 9,69	22,01 \pm 7,74**

*p < 0,05; **p < 0,01 em relação à semana 0. EF: escore de Framingham; HDL-C: lipoproteína de alta densidade; IC: idade cronológica; IMC: índice de massa corporal; LDL-C: lipoproteína de baixa densidade; PCR-us: proteína C-reativa ultra-sensível; VO₂max: consumo máximo de oxigênio.

dril diminuíram (p < 0,01). Também constata-se que o TC não diminuiu significativamente os níveis sanguíneos de colesterol total, triglicérides, LDL-C e glicose. Entretanto, a concentração sérica de HDL-C teve um aumento significativo (p < 0,05) com a intervenção. Além disso, o VO₂max aumentou significativamente (p < 0,01) com o treinamento, indicando uma modificação positiva ao estímulo gerado pelo treinamento físico combinado (tabela 2).

A espessura da camada mio-intimal carotídea (0,758 \pm 0,160 vs. 0,720 \pm 0,143 mm), a idade vascular (63,25 \pm 11,12 vs. 60,75 \pm 12,24 anos) e o delta da idade (-11,75 \pm 9,32 vs. -9,25 \pm 10,35 anos) não diminuíram significativamente em resposta à intervenção proposta. Apesar de haver uma diminuição, o escore de Framingham não mudou estatisticamente em relação à semana zero (8,16 \pm 3,04 vs. 7,16 \pm 2,97 pontos). Entretanto, quando substituída a IC pela IV no mesmo escore, encontrou-se uma diminuição significativa (p < 0,05) na pontuação após as 30 semanas de TC (10 \pm 3,51 vs. 8,33 \pm 4,20 pontos) (fig. 1).

DISCUSSÃO

Esta é a primeira investigação que estuda os efeitos do TC sem a utilização de cardiofrequencímetros e sem qualquer acompanhamento nutricional sobre a espessura da CMI carotídea e a IV em indivíduos com SM, ou seja, situações que reproduzem a maioria das situações vivenciadas pela população no cotidiano. Destaca-se que os indivíduos estudados tornaram-se fisicamente ativos durante a intervenção, o que se torna relevante pelo fato de que a proporção do tempo gasto em atividades sedentárias está diretamente associada com a CMI carotídea, independentemente da idade e do estabelecimento de fatores de risco ateroscleróticos²³. Dessa forma, o TC aumentou significativamente o VO₂max dos participantes, indicando uma adaptação funcional ao

estímulo gerado pelos exercícios físicos. Além disso, maiores níveis de HDL-C após o TC (tabela 2) são clinicamente importantes para indivíduos com SM, pois as partículas de HDL-C possuem atividades anti-inflamatórias, antioxidantes e anticoagulantes²⁴, auxiliando diretamente no tratamento das DCV.

A espessura mio-intimal carotídea foi mensurada antes e após o treinamento concorrente. A grande maioria dos estudos que relacionou o nível de atividade física, o estilo de vida e/ou as atividades do tempo de lazer com a espessura da CMI carotídea em adultos possuem desenhos transversais ou observacionais¹¹⁻¹² e se utilizaram de questionários ou testes físicos de aptidão cardiorrespiratória. Estudos intervencionais que analisaram o efeito do exercício físico aeróbico em adultos, como é o caso da presente investigação, também não encontraram mudanças significativas na espessura da CMI carotídea^{12,25-27}, enquanto outros resultaram na diminuição da espessura ou em uma menor progressão anual média da CMI²⁸⁻²⁹. Além disso, estudos que propuseram um treinamento resistido, seja com ênfase na fase concêntrica ou excêntrica dos exercícios, também não encontraram mudanças significativas na espessura mio-intimal carotídea em adultos³⁰⁻³². Dessa forma, a literatura é controversa quanto à capacidade do exercício físico em diminuir a espessura da CMI carotídea.

É provável que a manutenção da espessura da CMI em indivíduos com SM deva-se ao efeito prolongado da inatividade física dos indivíduos previamente ao estudo e, destaca-se que a simples manutenção dos valores advindos da prática do TC durante 30 semanas torna-se benéfico, pois evitou o aumento normal da espessura da CMI carotídea relacionado com a idade cronológica. Ainda sim, é possível que idosos, mulheres na pós-menopausa e indivíduos com lesões ateroscleróticas diagnosticadas que praticam exercícios físicos há anos apresentem maior eficácia da prática do exercício físico sobre a progressão da CMI carotídea²⁹.

Evidências demonstram efeitos mais pronunciados do exercício físico aeróbico sobre a espessura da CMI da artéria femoral, braquial e/ou poplítea em adultos³³⁻³⁴ e do resistido sobre a artéria braquial em pacientes com insuficiência cardíaca crônica³⁵ do que nas artérias carótidas, sugerindo que o treinamento físico resulta em um maior remodelamento da parede arterial em artérias periféricas do que nas artérias carótidas. Acredita-se que a duração do presente estudo não limitou os resultados, já que uma investigação demonstrou que mesmo experientes corredores de longas distâncias não apresentaram uma diminuição da espessura da CMI carotídea com relação aos seus pares¹².

Na ausência de um parâmetro nacional ou latino-americano, optou-se por comparar as espessuras obtidas com o ultrassom das artérias carótidas dos sujeitos deste estudo com as medidas encontradas em uma investigação internacionalmente reconhecida e que mais se aproxima das características da população brasileira. No estudo do *Atherosclerosis Risk in Communities* (ARIC), foi avaliada a espessura da CMI carotídea de quase 16.000 pessoas de várias raças com idade entre 45 e 64 anos e advindas de diferentes regiões e classes econômicas dos Estados Unidos da América²¹. Dessa forma, sugere-se a realização de coortes brasileiras para comparações ainda mais fidedignas.

No caso da SM, as variáveis que a compõem não são exatamente as mesmas da tabela de Framingham e, portanto, ela seria inaplicável em princípio²². Contudo, na população de Framingham, a presença apenas da SM foi capaz de prever cerca de 25 % dos novos casos de doença cardiovascular observados em oito anos de seguimento¹³. Como a idade cronológica e a idade vascular podem ser substancialmente diferentes em pessoas com similares perfis de risco cardiovascular⁹, como

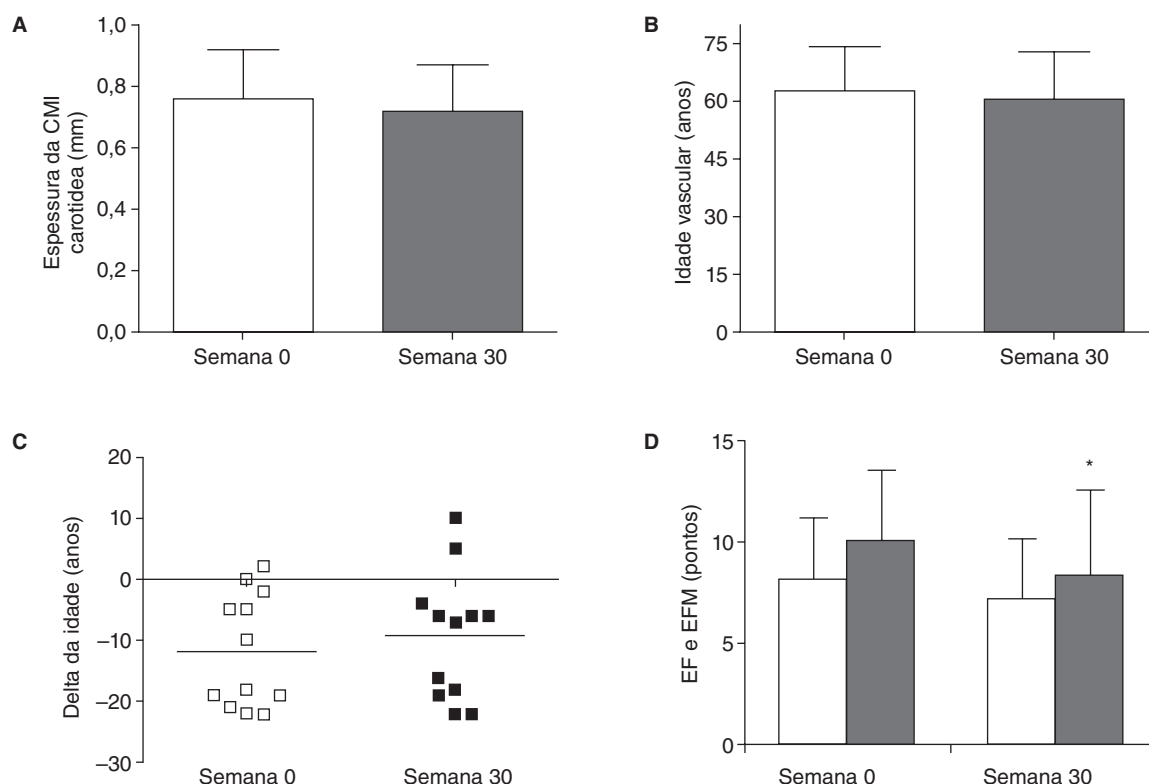


Fig. 1. Média \pm DP da espessura da camada mio-intimal carotídea (A) e da idade vascular das artérias carótidas (B) pré e pós-treinamento físico. A linha representa a média do delta da idade das artérias carótidas dos sujeitos com SM submetidos a um programa de exercícios aeróbicos e resistidos (C). Média \pm DP do Escore de Framingham (EF) (barras em branco) e do Escore de Framingham modificado (EFM) (barras em preto) em indivíduos com SM antes e após 30 semanas de TC (D). * $p < 0.05$ vs. semana 0.

confirmado no presente estudo, entende-se que a aplicação do EFM através do uso da idade vascular pode ser útil na predição do risco cardiovascular, apesar de sua acurácia ainda não ter sido determinada. Além disso, a variável aqui criada e denominada delta pode servir como um instrumento de análise de fácil obtenção em futuros estudos, pois compara justamente a diferença entre a idade cronológica e a idade vascular.

Além disso, a duração, o tipo, a intensidade e os mecanismos subjacentes relacionados a possíveis mudanças benéficas do treinamento físico sobre a parede arterial permanecem sem um maior esclarecimento. Apesar de ser um método não invasivo e de fácil aplicação, o ultrassom das artérias carótidas não permite verificar possíveis influências benéficas do exercício físico sobre a composição da camada mio-intimal carotídea (atividade da metaloproteinase da matriz e permeabilidade das células endoteliais). Como fatores limitantes do presente estudo podemos citar o tamanho da amostra e a ausência de um grupo controle.

Conclui-se que o treinamento combinado de 30 semanas não alterou significativamente a espessura mio-intimal carotídea e a idade vascular de indivíduos com síndrome metabólica. Entretanto, o treinamento foi capaz de alterar a pontuação do escore de Framingham substituindo-se a idade cronológica pela idade vascular, os níveis de HDL-C e o $VO_{2máx}$ de indivíduos com SM. Dessa forma, o uso deste escore modificado pode identificar indivíduos anteriormente não reconhecidos como de alto risco através do escore de Framingham e auxiliar em uma melhor terapia individual, como a inclusão da realização de exercícios físicos aeróbicos e resistidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Análises Clínicas (LABIMED) e ao Instituto de Radiologia São Lucas pelo apoio técnico e incentivo à pesquisa.

Conflicto de intereses

Os autores declaram que não tienen ningún conflito de intereses.

RESUMO

Objetivo. Investigar a influência de um treinamento físico combinado (TC) sobre a espessura da camada mio-intimal (CMI) carotídea e a idade vascular (IV) de indivíduos com síndrome metabólica (SM).

Método. Doze indivíduos sedentários ($51,50 \pm 6,52$ anos) completaram um TC com duração de 30 semanas e frequência semanal de três vezes. Antes e após o TC, foram analisadas variáveis antropométricas, funcionais e bioquímicas. Foi realizado o ultrassom bidimensional da espessura da CMI carotídea e denominou-se como IV a quantificação e comparação da espessura da CMI dos participantes. A diferença entre a IV e a idade cronológica de cada indivíduo foi denominada de delta de idade e o escore de Framingham foi calculado. Além disso, optou-se por calcular o escore de Framingham modificado (EFM), através da substituição da idade cronológica pela IV.

Resultados. A espessura da CMI carotídea, a IV, o delta da idade e o escore de Framingham não diminuíram significativamente após as 30 semanas de TC. Entretanto, a pontuação obtida no EFM apresentou uma diminuição após a intervenção ($p < 0,05$). Além disso, o TC resultou em um aumento dos níveis da lipoproteína de alta densidade (HDL-C) ($p < 0,05$) e da estimativa do consumo máximo de oxigênio ($p < 0,01$) de indivíduos com SM.

Conclusão. O treinamento físico proposto não alterou a espessura da CMI carotídea e a IV, embora tenha diminuído a pontuação do EFM, o qual pode identificar indivíduos anteriormente não reconhecidos como de alto risco e auxiliar na terapia individual de pacientes com SM.

Palavras-chave:

Síndrome X metabólica.

Exercício.

Espessura íntima-média carotídea.

Aterosclerose.

Referências

1. Ferreira ALA, Correa CR, Freire CMM, Moreira PL, Berchieri-Ronchi CB, Reis RAS, et al. Síndrome metabólica: atualização de critérios diagnósticos e impacto do estresse oxidativo na patogênese. *Rev Bras Clin Med.* 2011;9:54-61.
2. Gorter PM, Olijhoek JK, van der Graaf Y, Algra A, Rabelink TJ, Visseren FL. Prevalence of the metabolic syndrome in patients with coronary heart disease, cerebrovascular disease, peripheral arterial disease or abdominal aortic aneurysm. *Atherosclerosis.* 2004;173:363-9.
3. Passos VMda, Assis TD, Barreto SM. Hipertensão arterial no Brasil: estimativa de prevalência a partir de estudos de base populacional. *Epidemiol Serv Saude.* 2006;15:35-45.
4. Mendez-Otero R, Giraldi-Guimarães A, Pimentel-Coelho PM, Freitas GR. Terapia celular no acidente vascular cerebral. *Rev Bras Hematol Hemoter.* 2009;31:99-103.
5. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation.* 2005;112:2735-52.
6. Cheng CP, Herfkens RJ, Taylor CA. Abdominal aortic hemodynamic conditions in healthy subjects aged 50-70 at rest and during lower limb exercise: in vivo quantification using MRI. *Atherosclerosis.* 2003;168:323-31.
7. Pignoli P, Tremoli E, Poli A, Oreste P, Paoletti R. Intimal plus medial thickness of the arterial wall: a direct measurement with ultrasound imaging. *Circulation.* 1986;74:1399-406.
8. Stein JH, Korcarz CE, Hurst RT, Lonn E, Kendall CB, Mohler ER, et al. Use of carotid ultrasound to identify subclinical vascular disease and evaluate cardiovascular disease risk: a consensus statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force. Endorsed by the Society for Vascular Medicine. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21:93-111.
9. Stein JH, Fraizer MC, Aeschlimann SE, Nelson-Worel J, McBride PE, Douglas PS. Vascular age: integrating carotid intima-media thickness measurements with global coronary risk assessment. *Clin Cardiol.* 2004;27:388-92.
10. Galley HF, Webster NR. Physiology of the endothelium. *Br J Anaesth.* 2004;93:105-13.
11. Luedemann J, Schminke U, Berger K, Piek M, Willich SN, Doring A, et al. Association between behavior-dependent cardiovascular risk factors and asymptomatic carotid atherosclerosis in a general population. *Stroke.* 2002;33:2929-35.
12. Tanaka H, Seals DR, Monahan KD, Clevenger CM, DeSouza CA, Dinenna FA. Regular aerobic exercise and the age-related increase in carotid artery intima-media thickness in healthy men. *J Appl Physiol.* 2002;92:1458-64.
13. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation.* 2002;106:3143-421.
14. Braith RW, Stewart KJ. Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation.* 2006;113:2642-50.
15. Petroski EL. Antropometria: técnicas e padronizações 3ª ed. Blumenau: Nova Letra; 2007.
16. Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, et al. Estimation of $\dot{V}O_{2\max}$ from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc.* 1987;19:253-9.
17. American College of Sports Medicine (ACMS). Diretrizes do ACMS para os testes de esforço e sua prescrição. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
18. Bachorik PS, Albers JJ. Precipitation methods for quantification of lipoproteins. *Methods Enzymol.* 1986;129:78-100.
19. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem.* 1972;18:499-502.
20. Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Desvarieux M, et al. Mannheim intima-media thickness consensus. *Cerebrovasc Dis.* 2004;18:346-9.
21. Howard G, Sharrett AR, Heiss G, Evans GW, Chambless LE, Riley WA, et al. Carotid artery intimal-medial thickness distribution in general populations as evaluated by B-mode ultrasound. ARIC Investigators. *Stroke.* 1993;24:1297-304.
22. I Diretriz Brasileira de Diagnóstico e Tratamento da Síndrome Metabólica. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84:3-28.
23. Kozakova M, Palombo C, Morizzo C, Nolan JJ, Konrad T, Balkau B. Effect of sedentary behaviour and vigorous physical activity on segment-specific carotid wall thickness and its progression in a healthy population. *Eur Heart J.* 2010;31:1511-9.
24. Nofer JR, Kehrel B, Fobker M, Levkau B, Assmann G, von Eckardstein A. HDL and arteriosclerosis: beyond reverse cholesterol transport. *Atherosclerosis.* 2002;161:1-16.
25. Anderssen SA, Hjelstuen AK, Hjermann I, Bjerkan K, Holme I. Fluvastatin and lifestyle modification for reduction of carotid intima-media thickness and left ventricular mass progression in drug-treated hypertensives. *Atherosclerosis.* 2005;178:387-97.
26. Kim SH, Lee SJ, Kang ES, Kang S, Hur KY, Lee HJ, et al. Effects of lifestyle modification on metabolic parameters and carotid intima-media thickness in patients with type 2 diabetes mellitus. *Metabolism.* 2006;55:1053-9.
27. Thijssen DH, de Groot PC, Smits P, Hopman MT. Vascular adaptations to 8-week cycling training in older men. *Acta Physiol (Oxf).* 2007;190:221-8.
28. Wildman RP, Schott LL, Brockwell S, Kuller LH, Sutton-Tyrrell K. A dietary and exercise intervention slows menopause-associated progression of subclinical atherosclerosis as measured by intima-media thickness of the carotid arteries. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44:579-85.
29. Rauramaa R, Halonen P, Vaisanen SB, Lakka TA, Schmidt-Trucksass A, Berg A, et al. Effects of aerobic physical exercise on inflammation and atherosclerosis in men: the DNASCO Study: a six-year randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2004;140:1007-14.
30. Olson TP, Dengel DR, Leon AS, Schmitz KH. Moderate resistance training and vascular health in overweight women. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38:1558-64.
31. Rakobowchuk M, McGowan CL, de Groot PC, Bruinsma D, Hartman JW, Phillips SM, et al. Effect of whole body resistance training on arterial compliance in young men. *Exp Physiol.* 2005;90:645-51.
32. Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Effects of eccentric and concentric resistance training on arterial stiffness. *J Hum Hypertens.* 2006;20:348-54.
33. Rowley NJ, Dawson EA, Birk GK, Cable NT, George K, Whyte G, et al. Exercise and arterial adaptation in humans: uncoupling localized and systemic effects. *J Appl Physiol.* 2011;110:1190-5.
34. Green DJ, Swart A, Exterkate A, Naylor LH, Black MA, Cable NT, et al. Impact of age, sex and exercise on brachial and popliteal artery remodelling in humans. *Atherosclerosis.* 2010;210:525-30.
35. Maiorana AJ, Naylor LH, Exterkate A, Swart A, Thijssen DH, Lam K, et al. The impact of exercise training on conduit artery wall thickness and remodeling in chronic heart failure patients. *Hypertension.* 2011;57:56-62.



Revisión

Evidencias científicas sobre la eficacia y seguridad de la dieta proteinada. Dieta proteinada y ejercicio físico

J. Saura^a, F. Isidro^{b,c}, J. R. Heredia^c y V. Segarra^c

^a ANEF (Formación de técnicos de fitness). Barcelona.España.

^b Pronokal

^c IICEFS, Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud.

Historia del artículo:

Recibido el 21 de mayo de 2013

Aceptado el 17 de enero de 2014

Palabras clave:

Obesidad.

Sobrepeso.

Dietoterapia.

Dieta cetogénica.

Ejercicio.

Key words:

Obesity.

Overweight.

Diet therapy.

Ketogenic diet.

Exercise.

RESUMEN

La obesidad se ha convertido en una pandemia a nivel mundial, 2,8 millones de personas mueren cada año como resultado de padecer sobrepeso u obesidad, según ha declarado la Organización Mundial de la Salud (OMS). Dentro del marco de las estrategias para combatir la obesidad, encontramos diferentes propuestas dietéticas y de actividad física. En el marco de las dietas muy bajas en calorías (VLCD), encontramos la dieta proteinada, una variedad de dieta cetogénica (KD) con un aporte mínimo de grasas, de acuerdo a las indicaciones del grupo de consenso y cooperación de los estados miembros en materia de examen científico sobre cuestiones relacionadas con los alimentos (SCOOP) para la aplicación de una dieta muy baja en calorías. El objetivo de esta revisión científica es recopilar las evidencias científicas que valoren la efectividad, seguridad y mantenimiento a largo plazo de los efectos de las VLCD, y en concreto de la dieta proteinada, aplicada en el marco de un método multidisciplinar como el método Pronokal[®], sobre el sobrepeso y la obesidad y su relación con el ejercicio físico.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Scientific evidence on the efficacy and safety of dietary protein. protein diet and exercise

Obesity has become a global pandemic, 2.8 million people die each year as a result of being overweight or obese, as declared by the World Health Organization (WHO). There are different approaches in the field of nutrition and physical activity to combat obesity. In the context of very low calorie diets (VLCD), we found the protein diet, a variety of ketogenic diet (KD) with a low fat content, according to the guidelines made by the commission and co-operation by the member states in the scientific examination of questions related to food (SCOOP) for the application of a very low calorie diet. The aim of this review is to provide scientific evidence to assess the effectiveness, safety and long-term maintenance of the effects of VLCD, and specifically protein diet, applied in the context of a multidisciplinary approach as the method Pronokal[®], on overweight and obesity and its relationship with exercise.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondencia:

J. Saura Pous.

Correo electrónico: Jordi.saura@anefead.com

Financiación

Pronokal subvenciona económicamente la realización de esta revisión.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es hoy en día uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial, debido a su elevada prevalencia y a una tendencia al incremento de la misma. A nivel mundial, la incidencia de obesidad se ha doblado desde 1980 hasta la actualidad. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹, ya en 2008, más de 1.400 millones de adultos en el mundo padecían sobrepeso, y de estos, más de 500 millones presentaban obesidad. Cada año, 2,8 millones de personas mueren como resultado de padecer sobrepeso u obesidad².

En España, según datos del estudio ENRICA³, el 62 % de la población tiene exceso de peso; en concreto, el 39 % tiene sobrepeso (índice de masa corporal o IMC ≥ 25 -29,9 kg/m²) y el 23 % obesidad (IMC ≥ 30 kg/m²). La frecuencia de obesidad aumenta con la edad y es mayor en hombres que en mujeres (excepto en las de 65 años o más). Además, dicho estudio señala que más de un tercio de los hombres con obesidad declara haber recibido consejo sanitario para perder peso y no haberlo seguirlo.

La obesidad, y en menor medida el sobrepeso, es un factor de riesgo para sufrir enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo II, hipertensión arterial e hipercolesterolemia⁴. El tratamiento del exceso de peso deviene en objetivo primordial de planificación estratégica en el marco de la salud pública⁵.

Objetivos del tratamiento dietético

El objetivo del tratamiento dietético debe ser lograr una pérdida de peso mantenida en el tiempo y que conlleve una disminución del riesgo morbido asociado a la obesidad.

Todas las dietas para la reducción de peso se basan en alcanzar el equilibrio energético negativo que obligue a consumir las reservas energéticas en forma de tejido graso de depósito⁵. Existe un gran número de propuestas dietéticas diferentes para perder peso que se distinguen, principalmente, por recomendar distintos aportes calóricos y distintas proporciones de nutrientes. Según el aporte calórico, las dietas pueden dividirse en tres grupos: dietas hipocalóricas equilibradas (*Hypoenergetic Balanced Diets*, HBD), que aportan 1.200 kcal o más al día; dietas bajas en calorías (*Low Calorie Diets*, LCD), que aportan entre 800 y 1.200 kcal diarias; y dietas muy bajas en calorías (*Very Low Calorie Diets*, VLCD), con un aporte calórico inferior o igual a 800 kcal diarias⁶.

En el marco de las dietas muy bajas en calorías (VLCD) encontramos la dieta proteinada. En este artículo definiremos el concepto de dieta proteinada, sus características, su seguridad, su indicación en el estudio del sobrepeso y la obesidad y su efectividad sobre aspectos ponderales y metabólicos en función de la evidencia existente desde un enfoque multidisciplinar, esto es con control médico, dietético, de *coaching* y con la adecuada prescripción individualizada de ejercicio físico, tal y como se trata en el método PronoKal[®].

DEFINICIÓN DE DIETA PROTEINADA

La dieta proteinada es una variedad de dieta cetogénica muy baja en calorías, con un aporte mínimo de grasas, según indicación del grupo SCOOP para la aplicación de una dieta muy baja en calorías⁷. El aporte de proteínas está ajustado a 0,8 - 1,2 gramos de proteínas por kilo de peso ideal, y se ingieren a través de productos alimenticios que contienen proteínas de alto valor biológico. Respecto a los hidratos de carbono, el aporte es inferior a 50 g/día. Adicionalmente, la dieta proteinada se com-

plementa con suplementación de vitaminas, minerales y ácidos omega con el fin de cubrir las cantidades diarias recomendadas en el seguimiento de una VLCD⁷.

Fue en 1921, cuando el Dr. Wilder de la clínica Mayo, acuñó el término dieta cetogénica, referido a una intervención dietética cuyo objetivo fuera generar una situación de cetosis (formación de cuerpos cetónicos) similar a la del ayuno⁸. Dicho enfoque dietético ha sido utilizado ampliamente para tratar la epilepsia recitente al tratamiento farmacológico. Desde entonces surgieron diferentes variantes de dieta cetogénica, siendo una de las más populares la del Dr. Atkins publicada en 1998 a través de su propio libro⁹.

La diferencia entre la dieta proteinada y la dieta del Dr. Atkins es que en esta última se disminuye el consumo de glúcidos en menor o mayor medida, pero se aumenta la proporción de proteínas, y eventualmente también de grasas, por encima de las necesidades diarias normales.

EVIDENCIAS CIENTÍFICAS SOBRE LA EFECTIVIDAD DE LA DIETA PROTEINADA

Se han llevado a cabo múltiples estudios (tabla 1) comparando los efectos sobre la pérdida de peso de diferentes tipos de dietas isocalóricas con una diferente proporción de macronutrientes. En estudios de corta duración (de 3 a 6 meses) se ha observado una mayor pérdida de peso con dietas bajas en hidratos de carbono y altas en proteínas en comparación con las dietas hipocalóricas convencionales, más ricas en hidratos de carbono y pobres en grasas¹⁰⁻¹⁶. No obstante, en estudios de media duración (1 a 2 años), no se han observado diferencias significativas en la pérdida de peso entre dietas isocalóricas con diferentes proporciones de macronutrientes¹⁷⁻¹⁸.

Las dietas con restricción de hidratos de carbono parecen provocar moderados beneficios sobre los factores de riesgo cardiovascular, debido a que aumentan los niveles de colesterol HDL y, a corto plazo, reducen los triglicéridos, glucosa e insulina en ayunas¹⁹⁻²⁰. Por otro lado las dietas bajas en grasa saturada y poliinsaturada omega 6, pero moderadas en grasa poliinsaturada omega 3, están correlacionadas con una menor incidencia de patologías cardiovasculares y cáncer de mama²¹⁻²².

Adherencia a la dieta proteinada

Uno de los aspectos más preocupantes relacionados con la obesidad es la elevada tasa de abandono y la recuperación del peso perdido con los tratamientos existentes para perder peso²³.

Hemmingsson E, et al. compararon la tasa de abandono de una dieta líquida muy baja en calorías (DMBC: 500Kcal/día); una dieta líquida y sólida baja en calorías (DBC: 1.200 - 1.500Kcal/día) y una dieta sólida hipocalórica clásica (DHC: 1.500 - 1.800Kcal/día). Tras un año de seguimiento, el resultado fue que la dieta líquida muy baja en calorías tuvo la tasa de abandono más baja de las 3 (18 % de abandono), seguida por la dieta líquida y sólida baja en calorías (23 % de abandono) y finalmente la dieta sólida hipocalórica clásica (26 % de abandono)²⁴.

A raíz de los resultados de dicho estudio se desprende que la tasa de abandono de las dietas muy bajas en calorías es menor que la tasa de abandono en las dietas bajas en calorías y la dieta hipocalórica clásica a medio plazo (1 año). No obstante, la tasa de abandono de las dietas muy bajas en calorías sigue siendo demasiado elevada²⁵. Centrado en esta problemática, un reciente metaanálisis de Middleton KM concluye que

la atención continuada es un factor que mejora la adherencia a la dieta y el mantenimiento del peso perdido²⁶.

Por todo ello parece recomendable la necesidad de integrar dicho tratamiento dietético dentro de un programa multidisciplinar de atención continuada, que incorpore profesionales de las ramas de la dietética y la nutrición, de la actividad física, de la psicología y la motivación entre otros, a fin de tratar de minimizar el efecto de abandono de una dieta de estas características.

Seguridad de la indicación, prescripción y seguimiento de la dieta proteinada

Las dietas muy bajas en calorías y con un aporte de grasa muy bajo (< 7g/día) están asociadas a la formación de cálculos biliares²⁷, problema que no se ha observado con dietas muy bajas en calorías con aportes de grasa mayores (>10 g/día)²⁸.

Recientemente se ha publicado una revisión sistemática que pretendía analizar la seguridad del uso de dietas muy bajas en calorías a largo plazo. Para ello se tuvieron en cuenta todos los estudios realizados, entre enero del 2000 y diciembre de 2010, con dietas muy bajas en calorías con una duración mínima de 12 meses realizados sobre humanos (niños y adultos) con un IMC igual o mayor a 28. De un total de 894 artículos, solo 32 cumplieron con los criterios de inclusión de dicha revisión. La conclusión de dicha revisión fue la siguiente: "las dietas muy bajas en calorías a largo plazo producían pérdidas significativas de peso, mejoras en la presión sanguínea, perímetro de cintura y perfil lipídico". No obstante, dicha revisión también señala la necesidad de llevar a cabo estudios bien diseñados y controlados para poder confirmar los beneficios a largo plazo que se derivan de la pérdida de peso producida por el seguimiento de dietas muy bajas en calorías, como la dieta proteinada²⁹.

Además, un metaanálisis³⁰ de reciente publicación, concluye que las dietas bajas en hidratos de carbono son tan efectivas como las dietas bajas en grasas para reducir el peso corporal y mejorar los factores de riesgo metabólicos, y que pueden ser recomendables para individuos obesos con factores de riesgo metabólicos. No obstante, los autores recomiendan la realización de estudios a largo plazo con dietas bajas en hidratos de carbono para valorar sus efectos sobre la salud cardiovascular.

INTERRELACIÓN ENTRE DIETA PROTEINADA Y EJERCICIO FÍSICO

La pérdida de masa magra parece ser común en muchos tipos de dietas y estrategias para perder peso³¹⁻³³. El ejercicio de fuerza limita la pérdida de masa magra durante la pérdida de peso³⁴⁻³⁶, aunque también el ejercicio aeróbico tiene efectos similares³³. Además, el ejercicio de fuerza tiene el potencial de mejorar los desórdenes metabólicos asociados con el sobrepeso, la presión arterial, el control glucémico, así como para reducir la ingesta de fármacos para la diabetes y reducir la adiposidad abdominal³⁷⁻³⁹. El ejercicio de fuerza también se ha asociado con mejoras en los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) en ausencia de pérdida de peso significativa⁴⁰.

Conservar o incrementar la masa magra es importante para mantener un metabolismo adecuadamente alto y reducir la tendencia de recuperar peso⁴⁰ y para mantener una capacidad funcional adecuada al envejecimiento⁴¹. El entrenamiento de fuerza, conjuntamente con una nutrición correcta y ejercicio aeróbico, es una de las principales herramientas para prevenir y tratar la sarcopenia en la vejez⁴².

Bryner R, et al.⁴³ observaron los cambios que se producían en la masa libre de grasa, la masa muscular y el metabolismo basal al combinar una dieta muy baja en calorías (40 % de proteínas, 49 % de hidratos de carbono y 11 % de grasas) con diferentes tipos de ejercicio. Concretamente el grupo de control (n = 10) realizaba ejercicio aeróbico (andar, bicicleta o subir escaleras) 4 días a la semana, durante 12 semanas, con un volumen de 20 minutos al día, aumentándolo cada semana 10 minutos al día hasta llegar a 50 - 60 minutos al día. Por otro lado, el grupo de intervención (n = 10) realizaba ejercicio de fuerza 3 días a la semana no consecutivos, durante 12 semanas, con un volumen de 10 ejercicios (4 de miembros inferiores y 6 de miembros superiores); al inicio los sujetos realizaban dos series durante las primeras seis semanas, 3 series hasta la novena semana y 4 series hasta la décimo segunda semana, donde tenían que realizar entre 8 y 12 repeticiones máximas con un descanso entre series de 1' en modo circuito. Las conclusiones del estudio fueron que el ejercicio de fuerza disminuía la pérdida de masa muscular debida a la dieta VLCD, e incrementaba el metabolismo basal, mientras que el peso corporal se reducía de forma más significativa en el grupo que realizaba el ejercicio aeróbico.

En otro estudio más reciente, Jabekk et al.³⁴, observaron los cambios que se producían en el peso y la composición corporal entre dos grupos de mujeres jóvenes (de entre 20 y 40 años) con sobrepeso al adoptar un programa de ejercicio de fuerza de 2 días a la semana durante 10 semanas, combinado con dieta cetogénica (grupo Lc + Ex) o con dieta libre (grupo Ex). El ejercicio de fuerza empleado en ambos grupos durante las 5 primeras semanas fue un calentamiento cardiovascular de 10 minutos, seguido de una serie de 12 repeticiones con un carácter de esfuerzo máximo, es decir, una intensidad 12 RM (repetición máxima) de los ejercicios *press* pectoral sentado, remo sentado, *press* de hombros, jalón/polea al pecho y *curl* de bíceps en bipedestación; y tres series de 12 repeticiones también a una intensidad 12 RM (con carácter de esfuerzo máximo) de prensa de piernas, *curl* extensión de rodilla sentado y *curl* flexión de rodilla sentado. Las 5 semanas siguientes se disminuyó la cantidad de repeticiones hasta 8 y se mantuvo la intensidad (8 RM, con carácter de esfuerzo máximo) y se añadió una serie más en los ejercicios de hemisferio superior. En cada ejercicio se incluían dos series de calentamiento con una resistencia equivalente al 25 % y 50 % del peso equivalente a 12 RM. Los descansos eran de 90 segundos entre series. Estos autores observaron que los sujetos con dietas bajas en hidratos de carbono, realizada conjuntamente con ejercicio (Lc + Ex) tenían más pérdida de peso y masa grasa que el grupo que realizaba dieta libre y ejercicio (Ex), además el grupo (Lc + Ex) redujo su masa grasa manteniendo su masa muscular. Resultados similares habían obtenido previamente Ballor et al. observando que los sujetos que realizaban una rutina de ejercicio de fuerza mantenían su masa magra cuando se reducía su ingesta calórica³⁵.

En otro estudio de Wycherley, et al.⁴⁴ se estudiaron los cambios en el peso y la composición corporal entre sujetos que realizaban dieta rica en proteínas (con una proporción del 43 % de hidratos de carbono, 33 % de proteínas y 22 % de grasas), dieta rica en proteínas con ejercicio de fuerza, dieta estándar con hidratos de carbono y combinación de dieta estándar con ejercicio de fuerza. El protocolo de ejercicios llevado a cabo consistió en realizar prensa de piernas, *curl* extensión piernas, *press* pectoral, *press* hombro, jalón al pecho, remo sentado, *press* de tríceps y *sit-ups*, con una intensidad del 70 % - 85 % 1RM y se realizaban dos series de entre 8 y 12 repeticiones hasta la fatiga, con un descanso entre series de 1 - 2 minutos y con un total de 45 minutos de entrenamiento, llevado a cabo 3 días a la semana sin ser consecutivos. Los autores observaron que los grupos que realizaban ejercicio de fuerza tuvieron mejor resultado en cuanto a pérdida de peso y masa grasa, e incrementaron sus nive-

Tabla 1
Resumen de estudios que combinan ejercicio y very low carbohydrate diet y/o dieta proteica

Estudio	Sujetos y duración del estudio	Protocolo de actividad física	Protocolo dietético	Variabes analizadas y método de medición	Resultados
Bryner RW et al, 1999	20 participantes (17 mujeres y 3 hombres) adultos (media 36,7 ± 11,5 años) obesos (IMC de 35,2 ± 2,9 kg/m ²) no deportistas Duración del estudio: 12 semanas	2 Grupos: grupo de control realiza actividad aeróbica 4 días/semana durante 1 hora frente a grupo de intervención que realiza ejercicio con resistencias 3 días/semana 10 ejercicios de 2 a 4 series de 8 a 15 repeticiones por serie ambos grupos realizan protocolo dietético	800 Kcal/día a través de dieta líquida (40 % proteína, 49 % hidratos de carbono, 11 % grasa) durante 12 semanas para ambos grupos	Composición corporal: pesaje hidrostático Tasa metabólica en reposo (RMR): medición mediante máscara de intercambio de gases	El grupo de control perdió significativamente más peso ($p < 0,01$) y masa magra ($p < 0,05$) - de 51 a 47 kg - que el grupo de intervención, en el cual no se detectó pérdida significativa de masa magra. El grupo de control redujo significativamente ($p < 0,05$) el gasto metabólico en reposo en 24 horas
Jabekk PT et al, 2010	18 mujeres no entrenadas entre 20 y 40 años con un IMC ≥ 25 kg/m ² Duración del estudio: 12 semanas	2 Grupos: ambos grupos realizan ejercicio con resistencias durante 60 -100 minutos, 2 veces a la semana	Un grupo ingiere dieta habitual (41 % hidratos de carbono, 34 % grasa y 17 % proteína) y el otro grupo ingiere dieta cetogénica (6 % hidratos de carbono, 66 % grasa y 22 % proteína)	Composición corporal: DEXA. Perfil sanguíneo: extracción sanguínea	El grupo que ingirió dieta cetogénica logró una pérdida significativa ($p < 0,001$) de peso, con una media de $-5,6 \pm 2,6$ kg, perdiendo $5,6 \pm 2,9$ kg de masa grasa ($p = 0,001$) y sin cambios significativos sobre la masa magra. El grupo que ingirió dieta habitual ganó una media de peso de $0,8 \pm 1,5$ kg ($p = 0,175$), ganando $1,6 \pm 1,8$ kg de masa magra ($p = 0,045$). Sin cambios sobre perfil lipídico sanguíneo
Wycherley TP et al, 2010	83 hombres y mujeres sedentarios, diabéticos tipo 2 (edad $56,1 \pm 7,5$ años, IMC $35,4 \pm 4,6$ kg/m ²) Duración del estudio: 16 semanas	4 Grupos: 2 grupos con entrenamiento con resistencias y 2 grupos que no realizan ejercicio. Los grupos que entrenan realizan 8 ejercicios para todo el cuerpo, 2 series de 8 - 12 repeticiones con el 70 - 85 % RM, en diferentes estaciones, 3 días/semana no consecutivos	2 grupos con dieta hipocalórica clásica (53 % hidratos de carbono, 19 % proteínas, 26 % grasa) y 2 grupos con dieta isocalórica pero rica en proteínas, moderada en carbohidratos y baja en grasa (43 % hidratos de carbono, 33 % proteínas, 22 % grasa)	Composición corporal: DEXA. Esfigmomanómetro Perfil sanguíneo: extracción sanguínea	El grupo que realizó la dieta alta en proteína y ejercicio con resistencias perdió significativamente ($p = 0,04$) más peso que el resto (-12,7 %), más grasa (-9,6 ± 4,1 kg) y más perímetro de cintura (-12,4 ± 4,7 cm). Todos los grupos mejoraron PA y perfil sanguíneo
Layman DK et al, 2005	48 mujeres entre 40 y 56 años, con un IMC de 33 kg/m ² Duración del estudio: 4 meses	4 Grupos: por un lado 2 grupos que hacen 30 minutos de paseo, 5 días/semana. Por otro, 2 grupos que también realizan 30 minutos de paseo 5 días/semana, y además añaden entrenamiento con resistencias, 2 días/semana, 1 serie de 12 repeticiones para 7 ejercicios en máquinas, hasta el fallo concéntrico	2 grupos con dieta alta en proteínas (1,6 g/kg/día) y baja en hidratos de carbono (< 1,5g/kg/día) y los otros 2 grupos con dieta moderada en proteínas (0,8 g/kg/día) y alta en hidratos de carbono (> 3,5 g/kg/día) Las dietas son isocalóricas para todos los grupos y contienen cerca de un 30 % de grasa	Composición corporal: DEXA. Perfil sanguíneo: extracción sanguínea	La suma de ejercicio con resistencias más dieta rica en proteínas y baja en hidratos de carbono promovió mejoras en la composición corporal, ya que tendían a perder más peso, perder masa grasa, y a preservar su masa magra ($p = 0,10$)
Meckling KA et al, 2007	44 mujeres sedentarias con sobrepeso y obesidad Duración del estudio: 12 semanas	4 Grupos: grupo de control, grupo de control + ejercicio, grupo con dieta alta en proteína, grupo con dieta alta en proteína + ejercicio. Para los grupos activos, el programa era de tipo circuito neuromuscular y cardiovascular (36 min.) de 3 días/semana	En los grupos con dieta alta en proteína, esta mantenía una relación 1:1 con los hidratos de carbono. En los grupos con dieta moderada en proteínas, esta mantenía una relación 3:1 a favor de los hidratos de carbono. Todas las dietas eran hipocalóricas	Composición corporal: BIA. Presión arterial: tensiómetro de brazo. Tasa metabólica en reposo: gases. Perfil sanguíneo: extracción sanguínea. Balance nitrógeno: muestra urinaria	El grupo control perdió 2,1 kg, el grupo control + ejercicio perdió 4 kg, el grupo con dieta alta en proteína perdió 4,6 kg, y el grupo con alta en proteína + ejercicio perdió 7 kg

IMC: índice de masa corporal; PA: presión arterial.

les de fuerza muscular, comparado con las dietas sin ejercicio. Además la combinación de dieta rica en proteínas con ejercicio de fuerza obtuvo mayores beneficios reduciendo el peso, masa grasa, índice C-C e insulina.

En un estudio de Layman et al.³⁶ sobre 4 grupos, el grupo A llevó a cabo una dieta rica en proteínas (1,6 g/kg de peso al día de proteína, alrededor del 30 % de la ingesta total de energía, 40 % hidratos de carbono y 30% grasas). El grupo B llevó a cabo una dieta normal (0,8 g/kg de peso al día de proteína, alrededor del 15 % de la ingesta total de energía, 65 % de hidratos de carbono y un 20 % de grasas). Respecto a los grupos C y D, ambos realizaban ejercicio, combinando cada grupo una de las dietas (rica en proteínas el grupo C y normal el grupo D) con ejercicio aeróbico 30 minutos, 5 días a la semana, y 2 días a la semana entrenamiento de fuerza, realizando una serie de 12 repeticiones (12 RM; carácter de esfuerzo máximo) de 7 ejercicios con todo el rango de movimiento. Los resultados del estudio fueron que el grupo que combinaba la dieta proteica con ejercicio (grupo C) tendía a perder más peso y masa grasa y a preservar la masa muscular, en comparación con el resto de los grupos del estudio.

En definitiva, parece ser que el ejercicio de fuerza es más efectivo que el ejercicio aeróbico en la prevención o incremento de la masa libre de grasa y el metabolismo basal, especialmente cuando se combina con dieta muy baja en calorías⁴⁵. En la tabla 1 se resumen las características principales y resultados de los estudios anteriormente nombrados.

MÉTODOS DE PRESCRIPCIÓN DE LA DIETA PROTEINADA

La indicación de una dieta proteinada debe responder a la necesidad y demanda expresada por el paciente, siempre que se trate de una persona sana que desee perder peso y para la cual una pérdida de peso rápida y mayor, que con una dieta hipocalórica convencional, actúa como un estímulo motivador para su adherencia²⁶.

Este es un aspecto importante en el que, la estrategia de sustitución total o parcial de comidas por preparados proteicos, según menús estructurados, puede favorecer el cumplimiento dietético y facilitar la pérdida de peso pactada, más que si la dieta se basa en la selección de alimentos por parte del propio sujeto⁵. Las dietas proteinadas existentes, especialmente las basadas en preparados, se utilizan en el marco de un método multidisciplinar que se divide en varias fases: fase de cetosis de mayor o menor intensidad y duración, fase de transición y reintroducción alimentaria y fase de estabilización o mantenimiento. La duración de la dieta proteinada depende del objetivo de pérdida ponderal y de las características de cada persona. Sin embargo, no se aconseja el uso de preparados proteicos como sustitutivo de la dieta sin prescripción facultativa y seguimiento por parte de un profesional sanitario. Este aspecto se contempla asimismo en el Real Decreto 1430/1997 de 15 de septiembre⁵.

Cabe resaltar que, una correcta reeducación alimentaria y la introducción de un nivel aceptable de actividad física, ejercerán un efecto sinérgico positivo y ayudarán a constituir las bases para una sostenibilidad de la fase de mantenimiento, en las que hay que consolidar la imprescindible variabilidad alimentaria, que requiere un modelo de alimentación saludable⁵. En este sentido, el equipo multidisciplinar en el que se basa el Método Pronokal[®], con control médico, dietético, de soporte emocional (*coaching*) y junto con una adecuada e individualizada prescripción de ejercicio físico, trata de dar respuesta a dicha necesidad.

RECOMENDACIONES FINALES

Las evidencias generales y más fundamentadas hablan de un moderado beneficio de las dietas cetogénicas y de la necesidad de la ponderación de estos beneficios frente a los posibles efectos adversos. Además plantean la necesidad de prudencia frente a la carencia de evidencias suficientes del efecto y efectividad a largo plazo³⁰.

Frente a la utilización y autoindicación indiscriminada de la dieta proteinada o tratamientos similares, carentes de toda seguridad y evidencia sobre su efectividad, proponemos el control médico, con una correspondiente valoración personalizada de las necesidades y objetivos del sujeto, así como de su estado de salud⁷.

Es necesario desterrar prejuicios, dogmatismos y valoraciones subjetivas, y basarse en recomendaciones o posicionamientos con suficiente evidencia científica, describiendo correctamente la efectividad y seguridad de la dieta proteinada, siempre que estén debidamente prescritas e indicadas por un médico junto con un equipo multidisciplinar que se acompañe de una apropiada reeducación alimentaria, a fin de optimizar su efectividad y reducir sus efectos adversos, tal y como se propone desde el Método Pronokal^{®46}.

Conflicto de intereses

F. Isidro trabaja para Pronokal como coordinador de actividad física, el resto de los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. OMS. Cifras y datos: 10 datos sobre la obesidad. ASO; 2012 [consultado 30/4/13]. Disponible en: <http://www.who.int/features/factfiles/obesity/es/index.html>
2. World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva; 2009 [consultado 30/4/13]. Disponible en: <http://www.who.int/healthinfo>
3. Banegas JR, Graciani A, Guallar-Castillón P, León-Muñoz LM, Gutiérrez-Fisac JL, López-García E, et al. Estudio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular en España (ENRICA). Madrid: Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad Autónoma de Madrid; 2011.
4. Heber D. An integrative view of obesity. *Am J Clin Nutr.* 2010;91:280S-35S.
5. Consenso FESNAD-SEEDO. La dieta en el tratamiento de la obesidad. *Revista Española de Obesidad.* 2011;10(Supl 1):35-54.
6. Rubio MA, Moreno C. Dietas de muy bajo contenido calórico: adaptación a nuevas recomendaciones. *Rev Esp Obes.* 2004;2:91-8.
7. SCOOP-VLCD Working Group. Scientific Co-operation on Questions Relating to Food: Direc to rate General Health and Consumer Protection, European Union (Accessed March 8, 2012).
8. Wilder RM. The effect on ketonemia on the course of epilepsy. *Mayo Clin Bull.* 1921;2:307.
9. Atkins R. Dr. Atkins' New Diet Revolution. New York: Avon Books; 1998.
10. Gardner CD, Kiazand A, Alhassan S, Kim S, Stafford RS, Balise RR, et al. Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARN diets for change in weight and related risk factors among overweight premenopausal women: the A TO Z Weight Loss Study: a randomized trial. *JAMA.* 2007;297:969-77.
11. Krieger JW, Sitren HS, Daniels MJ, Langkamp-Henken B. Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction: a meta-regression 1. *Am J Clin Nutr.* 2006;83:260-74.
12. Larsen TM, Dalskov SM, van Baak M, Jebb SA, Papadaki A, Pfeiffer AF, et al. Diet, Obesity, and Genes (Diogenes) Project. Diets with high or low protein content and glycemic index for weight-loss maintenance. *N Engl J Med.* 2010;363:2102-13.
13. Yancy WS Jr, Olsen MK, Guyton JR, Bakst RP, Westman EC. A low-carbohydrate, ketogenic diet versus a low-fat diet to treat obesity and hyperlipidemia: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2004;140:769-77.
14. Volek J, Sharman M, Gómez A, Judelson D, Rubin M, Watson G, et al. Comparison of energy-restricted very low-carbohydrate and low-fat diets on weight loss and body composition in overweight men and women. *Nutr Metab (Lond).* 2004;1:13.
15. Due A, Toubro S, Skov AR, Astrup A. Effect of normal-fat diets, either medium or high in protein, on body weight in overweight subjects: a randomized 1-year trial. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004;28:1283-90.

16. Shai I, Schwarzfuchs D, Henkin Y, Shahar DR, Witkow S, Greenberg I, et al. Dietary Intervention Randomized Controlled Trial (DIRECT) Group. Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med*. 2008;359:229-41.
17. Sacks FM, Bray GA, Carey VJ, Smith SR, Ryan DH, Anton SD, et al. Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. *N Engl J Med*. 2009;360:859-73.
18. Sears B. Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARN diets for change in weight and related risk factors among overweight premenopausal women. *Med Gen Med*. 2007;9:57.
19. Foster GD, Wyatt HR, Hill JO, McGuckin BG, Brill C, Mohammed BS, et al. A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *N Engl J Med*. 2003;348:2082-90.
20. Yancy WS Jr, Olsen MK, Guyton JR, Bakst RP, Westman EC. A low-carbohydrate, ketogenic diet versus a low-fat diet to treat obesity and hyperlipidemia: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 2004;140:769-77.
21. Astrup A, Dyerberg J, Elwood P, Hermansen K, Hu FB, Jakobsen MU, et al. The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? *Am J Clin Nutr*. 2011;93:684-8.
22. De Lorgeril M, Salen P. New insights into the health effects of dietary saturated and omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids. *BMC Med*. 2012;10:50.
23. Turk MW, Yang K, Hravnak M, Sereika SM, Ewing LJ, Burke LE. Randomized clinical trials of weight loss maintenance: a review. *J Cardiovasc Nurs*. 2009;24:58-80.
24. Hemmingsson E, Johansson K, Eriksson J, Sundström J, Neovius M, Marcus C. Weight loss and dropout during a commercial weight-loss program including a very-low-calorie diet, a low-calorie diet, or restricted normal food: observational cohort study. *Am J Clin Nutr*. 2012;96:953-61.
25. Very low calorie diets. *Drug Ther Bull*. 2012;50:54-7.
26. Middleton KM, Patidar SM, Perri MG. The impact of extended care on the long-term maintenance of weight loss: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2012;13:509-17.
27. Shiffman ML, Kaplan GD, Brinkman-Kaplan V, Vickers FF. Prophylaxis against gallstone formation with ursodeoxycholic acid in patients participating in a very-low-calorie diet program. *Ann Intern Med*. 1995;122:899-905.
28. Festi D, Colecchia A, Orsini M, Sangermano A, Sottili S, Simoni P, et al. Gallbladder motility and gallstone formation in obese patients following very low calorie diets. Use it (fat) to lose it (well). *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998;22:592-600.
29. Mulholland Y, Nicokavoura E, Broom J, Rolland C. Very-low-energy diets and morbidity: a systematic review of longer-term evidence. *Br J Nutr*. 2012;108:832-51.
30. Hu T, Mills KT, Yao L, Demanelis K, Eloustaz M, Yancy WS Jr, et al. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol*. 2012;176(Suppl 7):44-54.
31. Redman LM, Heilbronn LK, Martin CK, Alfonso A, Smith SR, Ravussin E. Effect of calorie restriction with or without exercise on body composition and fat distribution. *J Clin Endocrinol Metab*. 2007;92:865-72.
32. Bopp MJ, Houston DK, Lenchik L, Easter L, Kritchevsky SB, Nicklas BJ. Lean mass loss is associated with low protein intake during dietary-induced weight loss in postmenopausal women. *J Am Diet Assoc*. 2008;108:1216-20.
33. Chaston TB, Dixon JB, O'Brien PE. Changes in fat-free mass during significant weight loss: a systematic review. *Int J Obes (Lond)*. 2007;31:743-50.
34. Jabekk PT, Moe IA, Meen HD, Tomten SE, Høstmark AT. Resistance training overweight women on a ketogenic diet conserved lean body mass while reducing body fat. *Nutr Metab (Lond)*. 2010;7:17.
35. Ballor DL, Katch VL, Becque MD, Marks CR. Resistance weight training during caloric restriction enhances lean body weight maintenance. *Am J Clin Nutr*. 1988;47:19-25.
36. Layman DK, Evans E, Baum JI, Seyler J, Erickson DJ, Boileau RA. Dietary protein and exercise have additive effects on body composition during weight loss in adult women. *J Nutr*. 2005;135:1903-10.
37. Castaneda C, Layne JE, Munoz-Orians L, Gordon PL, Walsmith J, Foldvari M, et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2002;25:2335-41.
38. Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, et al. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med*. 2007;147:357-69.
39. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:459-71.
40. Koopman R, van Loon LJ. Aging, exercise, and muscle protein metabolism. *J Appl Physiol*. 2009;106:2040-8.
41. Bouchard DR, Soucy L, Sénéchal M, Dionne IJ, Brochu M. Impact of resistance training with or without caloric restriction on physical capacity in obese older women. *Menopause*. 2009;16:66-72.
42. Beas-Jiménez JD, López-Lluch G, Sánchez-Martínez I, Muro-Jiménez A, Rodríguez-Bies E, Navas P. Sarcopenia: implications of physical exercise in its pathophysiology, prevention and treatment. *Rev Andal Med Deporte*. 2011;4:158-66.
43. Bryner RW, Ullrich IH, Sauers J, Donley D, Hornsby G, Kolar M, et al. Effects of resistance vs. aerobic training combined with an 800 calorie liquid diet on lean body mass and resting metabolic rate. *J Am Coll Nutr*. 1999;18:115-21.
44. Wycherley TP, Noakes M, Clifton PM, Cleanthous X, Keogh JB, Brinkworth GD. A high-protein diet with resistance exercise training improves weight loss and body composition in overweight and obese patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2010;33:969-76.
45. Kreitzman SN. Lean body mass, exercise and VLCD. *Int J Obes*. 1989;13(Supl 2):17-25.
46. Pérez-Guisado J. Ketogenic diets: additional benefits to the weight loss and unfounded secondary effects. *Arch Latinoam Nutr*. 2008;58:323-9.



Revisión

Efectos de los programas de intervención enfocados al tratamiento del sobrepeso/obesidad infantil y adolescente

D. Rocha Silva^a, M. Martín-Matillas^a, A. Carbonell-Baeza^b, V. A. Aparicio^c y M. Delgado-Fernández^a

^aDepartamento de Educación Física y Deportiva. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Granada. Granada. España.

^bDepartamento de Didáctica de la Educación Física. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Cádiz. Puerto Real. Cádiz. España.

^cDepartamento de Fisiología. Facultad de Farmacia e Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Granada. Granada. España.

Historia del artículo:

Recibido el 9 de octubre de 2013

Aceptado el 30 de agosto de 2013

Palabras clave:

Programa de intervención.

Obesidad infantil.

Adolescentes.

Sobrepeso/obesidad.

Actividad física.

Dieta.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue realizar una revisión sistemática de la efectividad de los programas de intervención basados en actividad física (AF) y control dietético sobre el sobrepeso y/u obesidad en población infantil y adolescente. La búsqueda bibliográfica fue realizada en bases de datos electrónicas abarcando el período comprendido entre el 1 de julio de 2006 y el 30 de abril de 2012. Del total de 1.696 estudios encontrados inicialmente, se incluyeron 28 artículos que describieron 23 programas de AF y orientación alimentaria destinados a niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad. Diecisiete programas fueron dirigidos a niños y adolescentes y 6 fueron diseñados específicamente para adolescentes. En 10 de los estudios, la condición física (CF) fue adicionalmente valorada. Los resultados parecen señalar que la AF asociada con orientación nutricional produce efectos positivos en la reducción del peso e índice de masa corporal (IMC). Resaltamos la necesidad de diseñar programas específicos para adolescentes, así como valorar objetivamente la eficacia de dichos programas a largo plazo en poblaciones de niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Effects of intervention programs focused on the treatment of overweight/obese children and adolescents

The aim of this study was to realize one systemic review the effectiveness of intervention programs which were based on physical activity (PA) and dietary control of overweight and/or obese children and adolescents. The literature search was conducted in electronic databases covering the time period between July 1th, 2006 to April 30th, 2012. From 1,696 studies initially reviewed, 28 articles describing 23 programs were included. We have included studies with exercise programs and nutritional counseling for overweight and/or obese children and adolescents. Interventions which were excluded were those which involved the use of drugs, studies conducted in adolescents with hormonal disorders and eating disorders, book chapters, conference proceedings and dissertations. Seventeen programs were targeted towards children and adolescents and six were designed specifically for adolescents. In ten studies, the physical fitness (PF) was further assessed. Due the methodological heterogeneity found, these results are insufficient to determine the effectiveness of intervention programs regarding PA and diet. The results seem to indicate that AF associated with nutrition counseling has positive effects on reducing weight and body mass index (BMI). We emphasize the need to design specific programs for adolescents, as well as the as well assess the effectiveness of long term programs in populations of children and adolescents with overweight and obesity.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Keywords:

Intervention program.

Childhood obesity.

Adolescents.

Overweight / obesity.

Physical activity.

Diet.

Correspondencia:

D. Rocha Silva.

Departamento de Educación Física y Deportiva.

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el

Deporte.

Universidad de Granada.

Carretera Alfacar, s/n.

Granada, 18011. España.

Correo electrónico: dinalrilan07@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una patología caracterizada por el aumento de la masa grasa corporal¹, como consecuencia del desequilibrio entre la ingesta de alimentos y el gasto energético², constituyendo en la actualidad un problema de salud pública de alcance mundial, con prevalencia creciente en la población infantil y adolescente en las últimas décadas³⁻⁴. Las estimaciones indican que el exceso de grasa es el trastorno más frecuente en Europa entre los niños de 7-11 años (10 - 30 %) y adolescentes de 14 - 17 años (8 - 25 %)¹. Así mismo, hay evidencias científicas del negativo impacto físico y psicosocial causado por la presencia de sobrepeso y/u obesidad durante la infancia⁵⁻⁶.

Por este motivo, en los últimos años, los esfuerzos se centran en aumentar la práctica de actividad física (AF) por parte de dichos grupos poblacionales como estrategia para reducir el riesgo de desarrollar la enfermedad⁷. En el trabajo de revisión de van Sluijs et al⁸, analizaron la efectividad de intervenciones para la promoción de AF en niños y adolescentes, destacando la falta de calidad en las conclusiones de los estudios en lo que se refiere a la efectividad. Mac Goven et al⁹, analizaron los efectos de intervenciones en ensayos clínicos aleatorios incluyendo en su tratamiento estrategias de afrontamiento en niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad, el uso de fármacos, la AF y/o dieta, resaltando la falta de evidencia en la eficacia de tales tratamientos a largo plazo.

Considerando estos hallazgos, el objetivo del presente artículo ha sido realizar una revisión sistemática de la efectividad de los programas de intervención que han utilizado la AF y la alimentación como estrategias para el afrontamiento del sobrepeso/obesidad en niños y adolescentes.

MÉTODO

Para la revisión se utilizaron las siguientes bases de datos: SCOPUS, Medline plataforma Web of Knowledge, PsychInfo, CINAHL plataforma OVID and ISI Web of Knowledge. Las palabras clave utilizadas en la búsqueda fueron: "intervention", "overweight", "obesity", "adolescents", "physical activity", "physical fitness" así como la combinación de éstas.

Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión fueron los siguientes: a) estudios entre el 1 de julio de 2006 y el 30 de abril de 2012, publicados en revistas científicas de texto completo con acceso electrónico; b) adolescentes (12 - 19 años) que presenten percentiles de índice de masa corporal (IMC) con valores considerados parámetros de sobrepeso y obesidad, según los rangos de referencias establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), y c) intervenciones que incluyan AF, alimentación o la combinación de ambos para el tratamiento del sobrepeso/obesidad, con una duración mínima de cuatro semanas.

Se excluyeron aquellas intervenciones que emplearon fármacos, las centradas en desarrollar programas en adolescentes con alteraciones hormonales y desórdenes alimentarios, así como capítulos de libros, resúmenes de congresos y tesis doctorales.

Inicialmente, un revisor seleccionó las referencias de acuerdo al título y resumen. Las identificadas como relevantes y que tras la lectura del texto completo generaban duda en el proceso de selección, fueron analizadas de forma independiente por dos revisores. Las diferencias de

acuerdo entre los revisores fueron resueltas mediante discusión, siguiendo los criterios de inclusión predeterminados.

RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA

El procedimiento de búsqueda ha permitido identificar 1.696 artículos potencialmente seleccionables (SCOPUS, N = 344; Medline plataforma Web of Knowledge, N = 33; PsychInfo N = 925; CINAHL plataforma OVID N = 182; ISI Web of Knowledge N = 212). En el análisis inicial 913 referencias fueron excluidas tras comprobar los títulos de los artículos. Un total de 722 artículos fueron excluidos después de la lectura del resumen. Entre los 191 restantes, tras la lectura del texto completo, se seleccionaron 44 artículos como relevantes. Tras un análisis en profundidad, 28 artículos que describen 23 programas de intervención se ajustaron a los criterios de inclusión establecidos para esta revisión. (fig. 1).

CARACTERÍSTICAS DE LOS PROGRAMAS DE INTERVENCIÓN

Los 23 programas de intervención tienen las siguientes características generales: todos son programas de intervención que combinan AF y dieta, en 10 de ellos, además se evalúan los cambios en la condición física (CF)¹⁰⁻¹⁹. Diecisiete intervenciones fueron dirigidas para niños y adolescentes^{10-12,14,16-28} y 6 fueron desarrollados tan solo en adolescentes^{13,15,29-32} (tabla 1). Seis programas presentaron un periodo de seguimiento^{12,20,22,24,33-36}.

La duración de la práctica de AF varió entre 45 y 90 minutos por sesión, con frecuencia desde un día a la semana hasta la práctica diaria, incluyendo los fines de semana y vacaciones, desarrolladas con distinto

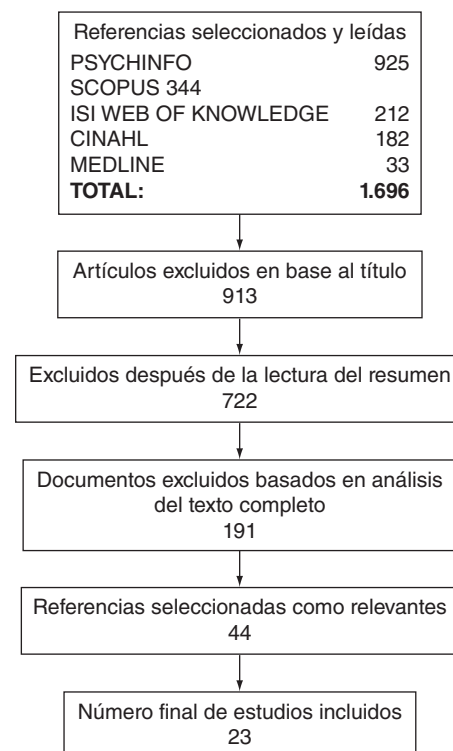


Fig. 1 Diagrama de la selección de referencias para la revisión.

Tabla 1.

Programas de intervención con actividad física y alimentación

Autor	Muestra	Duración	Intervención	Evaluación
Williamson DA, et al. 2006 (20)	N = 57 afro-americanas sobrepeso/obesidad Edad de 11-15 años Estudio en ámbito familiar "Hipteens" Estados Unidos	2 años	Grupo de intervención: modelo de TCC, enlaces web a sitios de salud de África y de la mujer, educación alimentaria, ejercicios y estilo de vida saludable, consejos para conductas de padres/hijos, establecimientos de objetivos para el cambio de comportamiento y reducción de conductas sedentarias. Grupo control: educación para la salud, enlaces web a sitios de salud de África y de la mujer, lecciones para padres/hijos, educación alimentaria, ejercicios y estilo de vida saludable	Antropometría (IMC y percentil de grasa- DEXA), comportamiento y maduración puberal
Reinehr T, et al. 2006 (21)	N = 240 Obesos Edad de 6 - 14 años Estudio en ámbito familiar "Obeldicks" Alemania	3 años	Intervención de 3 fases: 1ª fase: intensiva (3 meses), 6 sesiones (90 min) con orientación nutricional, familiar y psicológica, terapia de comportamiento, reducción de hábitos sedentarios y sesiones de AF 1 día/sem. 2ª fase: 6 meses de mantenimiento con terapia familiar 1/mes y sesiones de AF 1/sem. 3ª fase: seguimiento (3 meses), sesiones 1día/mes de AF. Grupo de intervención: niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad. Grupo control: niños y adolescentes normopeso	Antropometría IMC (peso/altura ²), hábitos alimentarios, perfil lipídico, presión arterial y homeostasis de resistencia de la insulina
Dreimane D, et al. 2007 (22)	N = 264 Sobrepeso Edad de 7 - 17 años Estudio en ámbito familiar "The Kids N Fitness" Estados Unidos	12 semanas	Intervención de 3 fases: 1ª fase: análisis previo, 8 sesiones (90 min/sem) de educación alimentaria, orientación para cambio de conductas y hábitos saludables de vida y AF diversificada (45 min. 3 x sem.) Fase extensiva: instrucciones alimentarias y actividades complementarias de AF. Fase de seguimiento: encuentros mensuales con el mismo programa de la 1ª fase, excepto las orientaciones nutricionales que tuvo duración de 15 min. El programa de intervención consta de ejercicio personalizado y/o una meta nutricional	Antropometría (peso/altura ²), IMC, alimentación, AF, perfil lipídico, tolerancia a glucosa, presión arterial y del estado de salud infantil
Williams CL, et al. 2007 (23)	N = 32 Sobrepeso Edad de 11 - 15 años Estudio en ámbito familiar Estudio piloto Estados Unidos	12 semanas	Intervención: acompañamiento cada 2 semanas, con orientación para el tamaño de las porciones, preparación de alimentos, suplementos y de AF. Grupo control: orientación del consumo de Kcal/día y de gaseosa. Grupo de intervención: orientación del consumo de Kcal/día pero las meriendas se limitan a una lista de alimentos saludables y gaseosa sin azúcar. Todos los sujetos tomaban suplemento de calcio (500 mg) diario	Antropometría (peso, altura, pliegues cutáneos (tríceps, subescapular y suprailíco, circunferencia de cintura y cadera) y presión arterial, colesterol total, triglicéridos y glucosa, AF (DIGIWALKER y cuaderno de anotaciones), frecuencia de alimentos
Savoye M, et al. 2007 (24)	N = 209 Sobrepeso/obesidad Edad de 8-16 años Estudio en ámbito familiar "Bright Bodies" Alemania	12 semanas	Grupo de intervención: 1ª fase (6 meses) programa de ejercicio (2 x sem/50 min) y nutricional, orientaciones para cambio de comportamiento; 2ª fase: (6 meses) sesiones de ejercicio cada 2/sem. además de las instrucciones de la 1ª fase, establecimiento de metas, control de estímulos, auto conocimiento, técnicas de afrontamiento y estrategias de modelo de TCC. Grupo control: sujetos con normopeso recibieron consejos clínicos tradicionales, alimentarios y de AF cada 6 meses	Antropometría (IMC- peso/altura ²), percentil de grasa, control del ritmo cardiaco, presión arterial, perfil lipídico y homeostasis de resistencia de la insulina
Johnston CA, et al. 2007 (25)	N = 60 Mexicano - americano con sobrepeso/obesidad Edad 10 - 14 años Estudio en ámbito escolar y familiar Estados Unidos	2 años	Grupo de intervención: sesiones dirigidas por entrenadores de AF (12 sem. 5 días/sem.) al final de la jornada escolar y cada 2 sem. Las siguientes 12 semanas instrucción nutricional y participación de los padres. Grupo control: programa de auto-ayuda durante el período con orientación de control de peso de los niños y familias e instrucciones nutricionales (1día/sem.) y de AF (4 días/sem.)	Antropometría (IMC, peso/altura ²), pliegue cutáneo (tríceps), colesterol total, LDL, HDL, triglicéridos, glucosa, orientación nutricional y AF
Tsiros MD et al. 2008 (29)	N = 47 Sobrepeso/obesidad Edad de 12 - 18 años Estudio en ámbito escolar y familiar "Choose Health" Australia	20 semanas	Grupo de Intervención: tratamiento de 10 sem. (8 sesiones clínicas, 1 sesión por teléfono durante el año lectivo y otra sesión al final), de la 1ª - 5ª sesión, fijación de metas, orientación dietética y de AF; 6ª - 10ª sesión, enseñanza de estrategias para manutención nuevas conductas de salud y presentación del modelo de TCC. Fase de mantenimiento: 10 sem. (4 sesiones por teléfono cada 2 sem.). Al final de esta fase 8 participantes del grupo control pasan al programa principal y un segundo grupo control fue organizado. Grupo control: no recibió tratamiento	Antropometría (composición corporal-DEXA, IMC- peso (kg) /altura (m) ² , perímetros de la cintura y cadera), desarrollo puberal, conducta alimentaria y actividades diarias
Doyle AC, et al. 2008 (30)	N = 80 Sobrepeso Edad 12 - 17 años Estudio en ámbito familiar "Student Bodies-2" Estados Unidos	16 semanas	Grupo de intervención: 8 sesiones con orientación para la pérdida de peso, AF, comportamiento y alimentación, uso de internet (1-2 hs/ sem. con tiempo máximo de 30 min/día); 8 semanas focalizada en la mejora de la imagen corporal y modelo de TCC. Grupo control: orientación con información básica nutricional y AF, acceso al programa por internet. Fase de seguimiento: orientación alimentaria y de AF	Antropometría (IMC-peso/altura ²), AF, orientación alimentaria (internet) y conducta cognitiva

Tabla 1.
Programas de intervención con actividad física y alimentación

Autor	Muestra	Duración	Intervención	Evaluación
Jones M. et al. 2008 (31)	N = 105 Sobrepeso Edad 12 - 19 años Estudio en ámbito familiar y escolar "Student Bodies 2- BED" Estados Unidos	16 semanas	Intervención: programa de internet semi-estructurado que incorpora principios de conducta cognitiva en el manual de autoayuda donde combina la psicoeducación en el comportamiento. Material en línea del consumo dietético, AF, metas y manual de autoayuda para los padres, discusión en línea con grupo de investigadores. Grupo de intervención: el grupo recibe orientación por internet, teléfono y citas en escuela. Grupo control: recibe orientación por internet	Antropometría (IMC altura/peso ²), EBI, consumo de grasa, azúcar (PACE + evaluación de grasa en la dieta), estado de ánimo depresivo, AF y consumo de alimentos (recordatorio de 24 h)
O'Connor J, et al. 2008 (32)	N = 151 Sobrepeso/obesidad Edad 13-16 años Estudio en ámbito escolar y familiar "Loozit" Australia	2 años	Intervención: 7 sesiones con adolescentes y padres, durante el período escolar (75 min.), semanal en el 1er mes y 1ª sesión y a los 2, 4 y 5 meses, recomendaciones alimentarias (bajo consumo de grasa, comer con los padres, importancia del desayuno) y de AF (aumento de práctica de AF 60 min. diarios), reducción del tiempo dedicado a actividades sedentarias, orientación para la autoestima con modelo de TCC	Antropometría (perímetro de cintura, IMC altura/peso ²), autoestima, perfil lipídico, TA, control del ritmo cardíaco y maduración puberal
Joose L, et al. 2008 (26)	N = 68 Sobrepeso/obesidad Edad de 5 - 16 años Estudio en ámbito familiar, escolar, profesionales de salud y comunidad de base "Kids Fit/Fit-Families (FTKFF) Estados Unidos	12 semanas	Intervención: 12 sem. 1 x sem. en grupo (2 horas), orientaciones para la mejora de la autoestima, cambios de comportamiento, estilo de vida y práctica de AF, incremento de la AF (1h/día) y disminución de las actividades sedentarias y elaboración de plan nutricional individualizado	Antropometría (IMC peso/altura ² y circunferencias corporales), AF, hábitos de alimentación y de comportamiento
Weigel C, et al. 2008 (27)	N = 73 Obesos Edad de 7 - 15 años Estudio en ámbito familiar "Robbi Club" Alemania	1 año	Grupo de intervención: módulos de AF (45-60 min. por la tarde), educación nutricional y alimentaria (pirámide de alimentación) 2 x sem.; mejora del estilo de vida; supervisión terapéutica alimentaria, incluso en las vacaciones de invierno y verano. Grupo control: asesoramiento terapéutico en el ambulatorio	Antropometría (BIA, IMC peso/altura ²) AF, consumo alimentario, maduración puberal, presión arterial, perfil lipídico, tiroides, ácido úrico, hormonas estimulantes, cortisol y transaminasas
Black MM. et al. 2010 (28)	N = 235 varones negros Sobrepeso/obesidad Edad 11 - 16 años Estudio en ámbito familiar, escolar y comunidad de base "Challenge!" Estados Unidos	2 años	Grupo de intervención: cada sesión tiene un reto que se relaciona con hábitos alimentarios y un objetivo personal relacionado con la dieta y AF con la orientación de instructores. Discusión y enfrentamiento de dificultades, tests sobre alimentación y AF, recetas, orientación para los padres. Grupo control: no recibió instrucciones de mentores en ningún momento del programa	Antropometría (IMC, peso/altura ²), composición corporal, masa magra y grasa-(DEXA), AF (acelerómetro), dieta
Programas de intervención con AF, dieta y valoración de la CF				
Bougle D, et al. 2007 (10)	N = 15 Obesos Edad de 10 - 15 años Estudio en ámbito familiar Francia	9 meses	Programa: orientación alimentaria (preparación e ingesta de alimentos) para niños/adolescentes y padres y orientación para la AF diaria (incentivo de práctica en los fines de semana, junto con los padres) 1 x 2/semána)	Antropometría (composición corporal - DEXA), AF y capacidad aeróbica
Klijn PH, et al. 2007 (11)	N = 15 Obesidad severa Edad de 10 - 18 años Estudio piloto Estudio en ámbito familiar Países Bajos	12 semanas	Intervención: orientación dietética padres y niños (proteínas, planificación individual y de acuerdo con la necesidad calórica), AF (30-60 minutos, 3 x sem.) 2 en gimnasio o en el aire libre y 1 vez en piscina durante 12 sem	Antropometría (composición corporal, IMC peso/altura ² , masa grasa y masa libre de grasa -BIA), control del ritmo cardíaco, capacidad aeróbica y capacidad cardiovascular
Vignolo, M. et al. 2007 (12)	N = 31 Obesos Edad de 6 - 12 años Estudio en ámbito familiar y hospitalario "Mi Piace Piacermi" Italia	5 años	Intervención: visitas en el hospital para: historial médico, mediciones de crecimiento, evaluación nutricional, psicológica y de las habilidades motoras. Participación de los padres con equipo multidisciplinar acerca del programa Programa terapéutico de 9 semanas cada sesión 2 h	Antropometría (peso y altura, IMC-LMS), circunferencia de la cintura, recordatorio 24 h de alimentos, cálculo de ingesta calórica (software), hábitos de vida y del comportamiento CF y habilidades motoras

Tabla 1.
 Programas de intervención con actividad física y alimentación

Autor	Muestra	Duración	Intervención	Evaluación
Knöpfli BH et al. 2008 (13)	N = 130 Obesidad severa Edad de 13 - 15 años Estudio en ámbito familiar Suiza	8 semanas	Intervención: orientación nutricional (1h/sem.), elaboración de dieta de acuerdo con la ingesta calórica (pirámide de alimentos), preparación de los alimentos (2 h/sem. práctica); programa de AF (individual) 5 x sem. (60 a 90 min) incluyendo actividades en invierno y verano actividades de fin de semana (60 min. mínimo); orientación psicológica: sesiones individuales y en grupo (taller) con consejos para modificación de conducta (estilo de vida saludable) y técnicas de relajación	Antropometría (IMC-peso/ altura ² , masa grasa-DEXA), consumo de oxígeno, control del ritmo cardiaco y calidad de vida
Evans RK, et al. 2009 (14)	N = 168 Edad 11 - 18 años Sobrepeso Estudio en ámbito familiar (TEENS) "Teaching, Encouragement, Exercise, Nutrition, and Support" Estados Unidos	6 meses	Intervención: 30min. de resistencia 1/semana en el programa y 2/semana en instalaciones a elegir; orientación nutricional con especialista y orientación para el comportamiento	Antropometría (peso, altura, percentiles y z-scores de IMC), índice de masa grasa, grasa corporal (BIA), colesterol total, triglicéridos, LDL, HDL, glucosa, AF (recordatorio 7 días y Polar), CF (cicloergómetro y tapiz rodante) y VO ₂
Aguer C. et al. 2010 (15)	N = 23 Obesidad severa Edad de 14 - 18 años Estudio piloto Exclusión de la familia Francia	5 meses	Intervención: dieta personalizada según peso y edad, lecciones semanales (1hs) de orientación del consumo de nutrientes, 4 sesiones de AF semanal trabajando 3 de ejercicios aeróbicos (2 sesiones de 30 min. y la 3ª natación 60 min.), entrenamiento de fuerza (60 min/3 x sem.) y ejercicios para todos los grupos musculares (3 series de 8 repeticiones), sesiones con psicólogos	Antropometría (IMC peso/ altura ²), composición corporal calculada por BIA, masa grasa y masa libre de grasa, gasto energético (calorimetría y CF), consumo de oxígeno (VO ₂) y producción de dióxido de carbono (VCO ₂), AF y sedentarismo (acelerómetro)
Sacher PM. et al. 2010 (16)	N = 116 Obesos Edad de 8 - 12 años Estudio en ámbito familiar, escolar y comunidad "Mind, Exercise, Nutrition, Do it Program" (MEND) Reino Unido	6 meses	Grupo de intervención: 18 sesiones (2hs 2 x sem.), compuestas de 8 sesiones dirigidas para el cambio de comportamiento, 8 sesiones de educación sobre la nutrición, 16 sesiones de AF y 1 sesión de clausura. Grupo control: solo recibió el tratamiento 6 meses después	Antropometría (IMC peso/ altura ²), circunferencia de la cintura, masa grasa y masa libre de grasa, nivel de AF y sedentarismo (cuestionario), CF (prueba de subir y bajar escalón), presión arterial
Sola K, et al. 2010 (17)	N = 62 Obesos Edad 6 - 14 años Estudio en ámbito familiar y escolar Noruega	1 año	Intervención: actividades dentro y fuera de sala (2/sem. 1hs) enfocadas al equilibrio, fuerza y resistencia. Clases (2/sem) con orientaciones de dieta, estilo de vida y práctica de AF diaria (30 - 60min)	Antropometría (IMC, peso/ altura ²), CF (cicloergómetro), valoración del pico de VO ₂ , test motor y de coordinación
Vanhelst J. et al. 2010 (19)	N = 74 Obesos Edad de 7 - 17 años Estudio en ámbito familiar, comunidad médica y universidad "CEMHaVi Program" Francia	2 años	Grupo de intervención: consiste en AF (2 hs/sem.) durante 12 meses, sesiones de educación para la salud (2 hs) cada 3 meses, AF en gimnasio (2 hs 1x sem.). Lectura y discusión del PATH. Grupo control: recibió atención habitual del pediatra	Antropometría (IMC, peso/ altura ²), diarios y estimación para parámetros del sueño, AF (PATH y acelerómetro), CF (Test de Balke y prueba de caminar durante 6 min)
Maghild LPK, et al. 2011 (18)	N = 246 Sobrepeso/obesidad Edad 3 - 17 años Estudio en ámbito familiar, enfermera de salud pública y hospital "Oslo Adiposity Intervention Study" Noruega	1 año	Intervención: grupos asignados según IMC y todos recibieron el mismo tratamiento. Orientación pediátrica, nutricional, cambio en el estilo de vida, AF y tests físicos	Antropometría (IMC), desarrollo puberal (Tanner), colesterol total, LDL, HDL, triglicéridos, glucosa (HOMA-IR), insulina y péptido C-, tapiz rodante (Protocolo de Oslo)

AF: actividad física; BIA: Bioelectrical Impedance Analyzer; CF: condición física; DEXA: Dual-Energy X-ray Absorptiometry; EBI: Eating Behaviors Inventory (evaluación del comportamiento compulsivo); HDL: lipoproteína de alta densidad (High Density Lipoproteins); HOMA-IR: The homeostasis model assessment for insulin resistance; IMC: índice de masa corporal; LDL: lipoproteína de baja densidad (Low Density Lipoprotein); LMS: Latent Moderated Structural; PACE: Patient-Centred Assessment and Counseling for Exercise Plus Nutrition; PATH: Physical Activity Teenage Health; PI: Programa de Intervención; TCC: terapia cognitiva conductual.

tipo de práctica de AF. Variadas estrategias se llevaron a cabo en la educación alimentaria, tales como orientación alimentaria (dieta y nutrición) o preparación de alimentos. En la tabla 1 se describen las características de los programas.

CARACTERÍSTICAS DE LAS EVALUACIONES

Composición corporal

La composición corporal se valoró mediante diferentes técnicas y parámetros: IMC, z-score de IMC, por el método de suavizado "Latent Moderated Structural" (LMS); percentil de IMC a través de *software*; análisis de perímetro y circunferencias corporales entre otras medidas antropométricas; estimación de masa grasa/masa libre de grasa por análisis de bioimpedancia eléctrica y porcentaje graso mediante absorciometría dual de rayos X (DEXA).

Actividad física

Para la valoración de los niveles de AF fueron aplicados: cuestionarios autoadministrados de hábitos de AF, conductas sedentarias, cuestionarios de hábitos de vida "The Family Habit Inventory" y evaluación del comportamiento "Child Behaviour Checklist" (CBCL). Se emplearon monitores de frecuencia cardíaca, acelerómetros, diarios de AF y podómetros.

Condición física

Para la valoración de la CF se utilizaron los siguientes tests: a) test en cicloergómetro con análisis de gases; b) test en tapiz rodante con análisis de gases y determinación del $VO_{2\text{máx}}$ con carga de trabajo incremental (velocidad e inclinación) hasta el agotamiento; c) aplicación del test de "Course Navette" con modificaciones; d) análisis de la eficiencia del sistema cardiovascular (VO_2/FC); e) valoración de la tasa metabólica basal; f) prueba submáxima de campo; g) batería de test EUROFIT; h) prueba de subir y bajar escalón (3 minutos); i) test de habilidades motoras; j) test de Balke, y k) caminar durante 6 minutos.

Alimentación y dieta

Para el registro del consumo alimentario y de hábitos dietéticos se utilizaron los siguientes cuestionarios: a) hábitos alimentarios "Anti Cancer Council of Victorian Food Frequency Questionnaire" (ACCVFFQ); b) "Willett Youth Food Questionary" y el cuestionario PACE + evaluación de grasa en la dieta (*patient-centred assessment and counseling for exercise plus nutrition*); c) "Short Fat Questionnaire", al que se añadieron dos preguntas para evaluar el consumo de refrescos; d) "Eating Disorder Examination" (EDE-Q) cuestionario para la evaluación psicopatológica de desórdenes alimentarios; e) entrevista diagnóstico "Eating Disorders" (IDed-IV); f) diario de consumo de alimentos; g) valoración de la necesidad calórica; h) cálculo del gasto energético; i) calorimetría, y j) recordatorio dietético de 24 horas.

RESULTADOS ALCANZADOS EN LAS INTERVENCIONES

En la tabla 2 se muestra el resumen de los resultados descritos en las intervenciones correspondientes a la composición corporal, AF, alimentación/dieta y CF.

Composición corporal

Doce estudios de ensayos clínicos aleatorios observaron modificaciones significativas en el grupo de intervención respecto al grupo control. El estudio "Hipteens", consiguió reducir el peso corporal ($P < 0,05$) y porcentaje graso ($P < 0,05$)²⁰. El estudio piloto realizado por Williams et al²³, logró disminuir el peso ($P < 0,01$), IMC ($P < 0,01$) y las medidas antropométricas (circunferencia de la cadera y cintura $P < 0,05$, pliegues cutáneos subcapulares ($P < 0,05$, y supraílico $P < 0,001$). El estudio desarrollado por Johnston et al²⁵, observó mejoras en z-score de IMC ($P < 0,001$). El programa "Student Bodies 2" evidenció una reducción del IMC mediante índice z-score ($P < 0,05$)³⁰. El estudio "Student Bodies 2-BED" obtuvo cambios en z-score del IMC ($P < 0,01$) y en el IMC ($P < 0,01$)³¹. El estudio "Challenge" logró reducir el porcentaje graso ($P < 0,01$) y de masa grasa ($P < 0,05$) y el incremento de masa libre de grasa ($P < 0,05$)²⁸. El estudio "Obeldicks" observó una disminución significativa del IMC ($P < 0,001$)²¹. El estudio "Bright Bodies" mostró cambios significativos en el IMC ($-3,3 \text{ Kg/m}^2$), peso corporal ($-7,4 \text{ Kg}$) y porcentaje graso ($-6,0 \%$)²⁴. El programa "Choose Health", obtuvo reducciones significativas en el IMC ($P < 0,01$), peso total ($P < 0,01$), grasa corporal ($P < 0,01$) y grasa abdominal ($P < 0,01$)²⁹. El programa "Mend Exercise Nutrition" (MEND) registró una reducción significativa de la circunferencia de la cintura y de la z-score IMC ($P < 0,001$)¹⁶. Finalmente, el programa "Robbi Club" redujo la puntuación del índice en z-score del IMC ($P < 0,05$), siendo tales efectos beneficiosos en el IMC y en masa grasa²⁷. El estudio "CEMHaVi" redujo el IMC ($P > 0,05$) y veinte sujetos pasaron del estado de obesidad al de sobrepeso¹⁹; en los participantes del estudio piloto fue posible observar una mejora del IMC ($P < 0,001$)³⁶.

Doce estudios de ensayo clínico sin grupo control presentaron sus resultados comparando los datos obtenidos entre pretest y postest. El estudio "The Kids N Fitness" obtuvo pérdida del peso ($P < 0,001$), IMC ($P < 0,001$) y mejora en el z-score del IMC ($P < 0,001$), siendo estas mejoras más acusadas en niños mayores de 12 años²². El programa "Kids Fit/Fit Families" mejoró el IMC del 81 % de los participantes y el 74 % presentaron un descenso en los perímetros corporales ($P < 0,01$)²⁶. El estudio "Teaching, Encouragement, Exercise, Nutrition, and Support" (TEENS) obtuvo mejoras en el índice de masa magra ($P < 0,01$), masa grasa ($P < 0,001$) y en z-score del IMC ($P < 0,05$)¹⁴. El estudio "Loozit" mostró una reducción del perímetro de la cintura ($P < 0,001$) en los participantes³². Doyle et al³⁰, observaron reducciones del IMC ($P < 0,001$) y un incremento del porcentaje de masa magra ($P < 0,05$), aunque estos cambios no llegaron a ser significativos para el porcentaje de IMC en los preadolescentes. El estudio desarrollado por Bougle et al¹⁰, observó pérdida significativa de masa grasa ($P < 0,001$) y aumento de masa libre de grasa ($P < 0,05$) tras la intervención. El estudio piloto realizado por Klijn et al¹¹, mostró mejoras significativas en todos los componentes antropométricos ($P < 0,001$). El estudio de Knöpfli et al¹³, mostró resultados significativos en la pérdida de peso ($P < 0,001$), grasa corporal absoluta ($P < 0,001$), masa libre de grasa ($P < 0,001$) y porcentaje graso ($P < 0,001$). El programa "Mi Piace Piacermi" obtuvo mejoras de la circunferencia de la cintura, y los sujetos ($N = 20$) que completaron todo el programa (5 años) consiguieron una reducción significativa del IMC y del IMC estandarizado (IMC-SDC)¹². "The Oslo Adiposity Intervention Study" redujo el z-score del IMC ($P < 0,001$) y un estudio desarrollado por Sola et al, también observó una reducción del IMC ($P = 0,01$)¹⁸.

Tabla 2

Resultado de las intervenciones con actividad física y alimentación

Estudios	Resultados	Comentarios
Williamson DA, et al. "HIPTEENS" 2006 (20)	Reducción del peso corporal ($P < 0,05$), cambios positivos en el porcentaje de grasa corporal ($P < 0,05$); en los hábitos de comportamiento relacionados con la grasa corporal ($P < 0,001$). Después de 2 años, las diferencias en la grasa corporal de los adolescentes no fueron significativas ($P < 0,05$) entre los adolescentes del grupo de intervención y control	Se observaron modificaciones positivas en la composición corporal de los padres
Reinehr T, et al. "Obeldicks" 2006 (21)	Disminución significativa en el IMC ($P < 0,001$); presión arterial ($P < 0,05$); niveles del perfil lipídico (12 % triglicéridos y 5 % LDL) pero con incremento en el HDL (7 %), disminución de la homeostasis a resistencia de la insulina en 17 %, niveles de glucosa (7 %) e insulina (13 %)	La reducción de los factores de riesgo cardiovascular se mantuvo después de 1 año de intervención en los niños cuyas medias de IMC fueron reducidas
Dreimane D, et al. "The Kids N Fitness" 2007 (22)	Resultados significativos en la velocidad de pérdida de peso ($P < 0,001$), IMC ($P < 0,001$), mejora del z-score de IMC ($P < 0,01$), cambios positivos en la salud y bienestar ($P < 0,01$) y mejora del comportamiento relacionado con la alimentación saludable, participación de AF en equipo y su práctica en tiempo libre. Las mejoras en el bienestar emocional y el comportamiento se correlacionaron positivamente con la pérdida de peso ($P < 0,01$). En el periodo de seguimiento se produce un aumento no significativo del peso y del IMC	Los niños mayores de 12 años obtuvieron resultados mejores respecto a la pérdida de peso, pero no con resultados significativos
Williams, LC, et al., 2007 (23)	Disminución significativa en el peso ($P < 0,01$), IMC ($P < 0,01$), circunferencia de cintura y cadera ($P < 0,05$), pliegues cutáneos subescapular ($P < 0,05$), y supraílico ($P < 0,001$), colesterol total ($P < 0,001$), y triglicéridos ($P < 0,01$). No hubo diferencias en los resultados de dieta entre los grupos	
Savoye M, et al. "Bright Bodies" 2007 (24)	En el grupo de intervención hubo una reducción del IMC (-3,3 Kg/m ²), el peso corporal (-7,4 Kg) y el porcentaje de grasa corporal (-6,0 %); disminución de las concentraciones de colesterol circulante ($P < 0,05$) y resistencia a insulina ($P < 0,001$), en comparación con el grupo control. Los cambios se mantuvieron después de un año. No hubo diferencias importantes en los niveles de lípidos, presión arterial y control de peso entre los grupos	
Johnston CA, et al. 2007 (25)	Reducción en z-score-IMC ($P < 0,001$) del grupo dirigido por instructores con diferencias significativas después de 1 y 2 años ($P < 0,001$ y $P < 0,05$, respectivamente), colesterol total y triglicéridos ($P < 0,05$), pliegue del tríceps ($P < 0,001$) comparados con el grupo de autoayuda (grupo control). El grupo en condiciones experimental logró reducción del IMC ($P < 0,001$), peso ($P < 0,001$), en el porcentaje de sobrepeso ($P < 0,001$). No hubo diferencias significativas entre los grupos en la presión arterial (diastólica y sistólica), LDL y HDL	No hubo diferencias en cambios de peso para su clasificación ($P = 0,13$) o género ($P = 0,06$). Solo algunos sujetos han autorizado a extraer muestras de sangre ($N = 47$) en inicio y en 1 año
Tsiros MD, et al. "Choose Health" 2008 (29)	En comparación con el grupo control hubo reducciones significativas en el IMC (TCC -1,3 ± 0,4; vs control, 0,3 ± 0,3; $P < 0,01$), en el peso total (TCC, -1,9 ± 1,0 kg, vs control, 3,8 ± 0,9 kg, $P < 0,01$), grasa corporal (TCC, -1,5 ± 0,9 kg, control, 2,3 ± 1,0 kg, $P < 0,01$), grasa abdominal (TCC, -124,0 ± 46,9 g; vs control, 50,1 ± 53,5 g, $P < 0,01$), relacionándose con reducción de peso ($P < 0,05$), IMC ($P = 0,05$), y perímetro de cintura ($P < 0,05$). Reducción del consumo energético ($P < 0,01$), hidratos de carbono ($P < 0,01$), ingesta de grasas ($P < 0,01$) y de ingestión total de azúcar ($P < 0,01$). No hubo cambios significativos en la AF	Exclusión de los datos del podómetro por no haber número suficiente de participantes con datos válidos
Doyle AC, et al. "Student Bodies (2)" 2008 (30)	Reducción del z-score de IMC ($P < 0,05$) en inicio hasta la fase intervención; mejora en los hábitos dietéticos después de la intervención ($P < 0,05$). Los participantes del grupo de intervención han mejorado los hábitos saludables relacionados con la AF y el comer después de la intervención ($P < 0,001$). En la fase de seguimiento hubo una caída de los hábitos dietéticos ($P < 0,05$) y en los hábitos saludables relacionados con la AF ($P < 0,05$)	
Jones M, et al. "Student Bodies2-BED" 2008 (31)	Cambios significativos en el grupo de intervención del z-score de IMC ($P < 0,01$), IMC ($P < 0,01$) cuando son comparados con el grupo control. Reducción del peso y de los episodios de compulsión alimentaria desde el inicio, postest y seguimiento	Fue observada la preocupación por mantener la forma física entre los participantes
O'Connor J, et al. "The Loozit" 2008 (32)	Mejoras significativas en la autoestima, apariencia física ($P < 0,05$), perímetro de la cintura ($P < 0,001$) y en el colesterol HDL ($P < 0,05$). Fue posible observar mejoras psicológicas, en la ingesta de alimentos y en algunas prácticas de AF ($P < 0,05$), disminución del tiempo dedicado a ver televisión y actividades sedentarias ($P < 0,05$)	
Joosse L, et al. "Kids Fit/Fit Families" 2008 (26)	Los resultados muestran que un 59 % de los niños aumentaron la práctica de AF y hubo una reducción del 32 % de las actividades sedentarias en los participantes, 81 % de ellos mejoraron el IMC y un 13 % lo mantiene, el 74 % de los mismos presentaron un descenso significativo de los perímetros corporales ($P < 0,05$); mejora de los conocimientos relacionados con las actitudes y hábitos saludables de vida en un 81 % y en la autoestima de casi dos terceras partes de los niños	Los padres de los niños y adolescentes participantes recibieron tratamiento para control de peso y cambios de comportamiento
Weigel C, et al. "Robbi Club" 2008 (27)	Hubo una reducción de la puntuación índice del z-escor de IMC en el grupo de tratamiento activo ($P < 0,05$). Efectos beneficiosos en el IMC, masa grasa, y la presión arterial sistólica del inicio del programa hasta el final de la intervención	
Vanhelst J, et al. "CEMHaVi Program" 2010 (19)	Disminución del IMC (30,9 vs 29,7), mejora del conocimiento sobre la salud (56,6 % vs 64,3 %), 20 sujetos pasaron del nivel de obesidad al de sobrepeso, mejora significativa en cantidad y calidad del sueño ($P < 0,05$). Mejora del conocimiento sobre las funciones del corazón, factores de riesgo, beneficios y práctica de la AF y nutrición saludable. Al final de 12 meses se observó mejora del IMC, CF ($P = 0,001$) y AF habitual	Se observó mejora en el rendimiento académico

Tabla 2
Resultado de las intervenciones con actividad física y alimentación

Estudios	Resultados	Comentarios
Black MM, et al. "Challenge" 2010 (28)	Disminución del porcentaje total de masa grasa ($P < 0,01$), e incremento de masa libre de grasa ($P < 0,05$) del tiempo de AF en el grupo de intervención (2,75 minutos/día) y reducción en el grupo control (20,31 minutos/día); reducción significativa ($P = 0,001$) en consumo de aperitivos y postres, ingesta total de calorías ($P < 0,05$) y de grasa postintervención	En 60 % de los hogares son dirigidos por mujeres, 56 % vive por debajo del nivel federal de pobreza, 76 % tenían sobrepeso/obesidad, 83 son madres biológicas, 75 % se graduó en escuela secundaria
Intervenciones con actividad física, alimentación y valoración de la condición física		
Bougle D, et al. 2007 (10)	Reducciones significativas en z-scores de IMC ($P < 0,001$), incremento del porcentaje de masa magra ($P < 0,05$), componentes de la CF (fuerza máxima $P < 0,01$; FC máxima teórica $P < 0,001$) en los adolescentes pero no en los niños; aumento de la práctica de AF en fines de semana, disminución significativa del tiempo de televisión. No significativos para el porcentaje del IMC y en el tiempo dedicado a la televisión entre los preadolescentes	Resultados más eficaces en la población de adolescentes
Klijn PH, et al. 2007 (11)	Mejoras significativas en los componentes antropométricos ($p < 0,001$), índices aeróbicos: absorción de oxígeno, (pico de VO_2 de 17,5 %; W. max 8 %), eficiencia cardiovascular (15,8 %) y mejora en casi todos los componentes de la CF ($P < 0,01$). La aplicación modificada del test Course Navette presentó correlaciones significativas con el pico de VO_2 y W.máx, pero no con las medidas antropométricas	
Vignolo M, et al. "Mi Piacce Piacermi" 2007 (12)	Disminución de la circunferencia de la cintura y reducción significativa del total de energía ingerida. Cambios positivos en los aspectos emocionales y sociales relacionados con el comportamiento de obesidad como también mejora de las capacidades motoras globales	Mejora significativa en los hábitos familiares
Knöpfli BH, et al. 2008 (13)	Reducción del peso (12,7 kg, $P < 0,001$), grasa corporal absoluta 8,0 Kg, $P < 0,001$, porcentaje de grasa corporal por Kg (4,9 %, $p < 0,01$), mejora de la CF (pico de VO_2 ($P < 0,01$), pico de energía mecánica ($P < 0,01$) y calidad de vida ($P < 0,01$)	No hubo diferencias significativas entre los sexos, pero los niños alcanzaron mejores resultados
Evans RK, et al. "Teaching, Encouragement, Exercise, Nutrition, and Support" (TEENS) 2009 (14)	Reducción de z-score de IMC ($P < 0,05$), grasa corporal y masa grasa ($P = 0,001$); mejora del colesterol total ($P = 0,001$). No significativo para IMC, hubo un incremento de la práctica de AF moderada (0,9h/sem)	
Aguer C, et al. 2010 (15)	Pérdida significativa de masa magra ($P < 0,001$) en comparación con la masa libre de grasa, disminución del gasto energético en reposo, aumento del consumo de VO_2 máx cuando relacionado con la masa libre de grasa ($P < 0,05$), aumento de la AF moderada ($P < 0,05$) e intensa ($P < 0,01$). Fueron significativos ($P = 0,001$) los cambios en AF habitual relacionados con el cambio del VO_2 máx/masa libre de grasa	
Sacher PM, et al. 2010 (16)	A los 6 meses: reducción de la circunferencia de la cintura ($P < 0,001$) y z-score de IMC ($P < 0,001$), mejoras significativas en el estado cardiovascular, AF, comportamientos sedentarios y autoestima. A los 12 meses: reducción de los componentes de la composición corporal ($P < 0,001$), los resultados obtenidos a los 6 meses se mantuvieron a los 12 meses	Un 57 % de los niños completaron los 12 meses
Sola K, et al. 2010 (17)	Incremento significativo en la capacidad aeróbica (27,0 hasta 32,0 ml/Kg/min), mejora de la CF y reducción del IMC ($P = 0,01$) después de 12 meses	
Maghild LPK, et al. "Oslo Adiposity Intervention Study" 2011 (18)	Reducción del z-score del IMC ($P < 0,001$), mejoras en el colesterol total e insulina. El grupo de mayor reducción del z-score de IMC obtuvo mejoras en la resistencia de insulina (HOMA-IR) y en CF. El incremento del z-score de IMC se asoció con el empeoramiento del péptido C y del colesterol total. La reducción en z-score de IMC se asoció con una mejoría en varios factores de riesgo cardiovascular	Los grupos fueron asignados de acuerdo con los cambios del z-score del IMC

AF: actividad física; CF: condición física; FC max: frecuencias cardíaca máxima;

HDL: lipoproteína de alta densidad (High Density Lipoprotein); IMC: índice de masa corporal;

LDL: lipoproteína de baja densidad (Low Density Lipoprotein);TCC: terapia cognitiva de conductas;

VO_2 : volumen de oxígeno;

W. máx.: carga máxima de trabajo (maximal workload).

Actividad física

Doce estudios describieron los resultados relacionados con la AF. Los programas se mostraron eficaces en el aumento de la práctica de AF en tiempo libre^{14,22,28,30} y los fines de semana¹⁰, mejora de los hábitos saludables relacionados con la práctica de AF^{30,35}, reducción de las actividades sedentarias por parte de los niños²⁶ y adolescentes^{16,35},

aumento de la práctica de AF moderada e intensa¹⁵, mejora de la práctica de AF habitual³⁷ e incremento del conocimientos respecto a la práctica de AF y elaboración de programas de ejercicio¹⁹. En los estudios "Choose Health"²⁹ y "Loozit"³² no hubo diferencias significativas en el tiempo dedicado a la práctica de AF, actividades sedentarias y tiempo dedicado a televisión.

Alimentación/dieta

Ocho de los estudios describieron los resultados obtenidos sobre la intervención alimentaria, que lograron: mejorar los comportamientos relacionados con una alimentación saludable^{22,35}, reducir el total de energía ingerida ($P < 0,01$)^{12,29}, hidratos de carbono ($P < 0,01$), grasas ($P < 0,01$) e ingesta total de azúcar ($P < 0,01$)²⁹, cambiar positivamente los aspectos emocionales y sociales relacionados con el comportamiento en obesos¹², mejorar los hábitos relacionados con la restricción dietética de forma significativa ($P < 0,05$)³⁰, reducir los episodios de ingesta compulsiva de alimentos³¹, optimizar los conocimientos relacionados con las actitudes y hábitos saludables de vida de niños y adolescentes²⁶, del consumo de postres y aperitivos ($P = 0,001$), grasa e ingesta total de calorías ($P < 0,05$)²⁸.

Condición física

Los cambios en la CF fueron analizados en 10 de los estudios incluidos en la revisión. Las intervenciones mejoraron: la potencia aeróbica máxima y frecuencia cardíaca máxima en los adolescentes, pero no en los niños¹⁰; el consumo máximo de oxígeno, eficiencia cardiovascular y casi todos los componentes de la CF^{11,17-18}; las capacidades motoras global y física¹²; condición aeróbica^{13,17}; condición cardiorrespiratoria^{14,16,37}; en la estimativa de $VO_{2m\acute{a}x}$ con respecto al peso corporal y masa libre de grasa¹⁵.

RESULTADOS DEL PERÍODO DE SEGUIMIENTO

Para verificar la permanencia de los efectos alcanzados en las intervenciones a lo largo de tiempo, algunos estudios realizaron un período de seguimiento.

El estudio "HIPTEENS" con educación alimentaria, ejercicio y estilo de vida saludable, no produjo diferencias significativas en la grasa corporal entre el grupo de intervención y el grupo control después de 2 años²⁰.

El estudio "The Kids N Fitness", presentó un incremento no significativo del peso y aumento del IMC en el periodo de seguimiento²².

El estudio "Obeldicks", mostró que la participación en el programa se asoció positivamente con la pérdida del exceso de peso, que se mantuvo 3 años más tarde de la finalización del programa³³.

El estudio "Bright Bodies" se mostró eficaz manteniendo después de 12 meses los cambios alcanzados al final de la intervención²⁴.

El programa desarrollado por Johnston et al,³⁴ consiguió mantener los efectos positivos obtenidos en el z-score del IMC, la disminución del pliegue del tríceps, IMC, peso y porcentaje de sobrepeso (todos $P < 0,001$) después de 2 años.

El estudio "Mi Piacere Piacermi" observó la familia más activa, mejoras en la parte alimentaria con mayor consumo de frutas y vegetales, reducción de la mejoras alcanzadas en IMC y desviaciones estándar de IMC después de 5 años¹².

DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo ha sido realizar una revisión sistemática de la efectividad de intervenciones publicadas entre el 1 julio de 2006 y el 30 de abril 2012, centradas en programas de AF y nutricionales para el tratamiento del sobrepeso/obesidad de niños y adolescentes.

La mayor parte de los estudios seleccionados se dirigieron hacia niños y adolescentes de forma conjunta (17 de 23) y en dos de los estudios los adolescentes obtuvieron mejores resultados que los niños^{10,22}. Seis de los estudios seleccionados para esta revisión fueron diseñados específicamente para adolescentes^{13,15,29-32}. Considerando el aumento progresivo en las últimas décadas del sobrepeso/obesidad en la adolescencia³⁸⁻³⁹, destacamos la necesidad de estudios futuros que analicen estrategias específicas para el tratamiento en esta fase de la vida, más aún si cabe teniendo en cuenta la mayor probabilidad de que estos adolescentes sean obesos en la edad adulta^{8,40}.

Gran parte de los estudios seleccionados fueron desarrollados con la implicación de la familia (22 de 23). El estudio descrito por Aguer et al¹⁵, fue el único estudio donde la familia no participó directamente en el proceso de intervención. Es cierto que la participación de la familia es un componente beneficioso en el proceso de la pérdida de peso^{8,40}, pero no hemos observado evidencia de la efectividad de la participación familiar en los estudios analizados. Eisenmann et al⁴¹, sugieren que intervenciones con la participación de la familia, escuela y comunidad pueden ayudar a promover cambios hacia estilos de vida saludable, por lo que podemos destacar la necesidad de valorar la participación de la familia en futuros programas de intervención orientados al tratamiento del sobrepeso/obesidad de niños y adolescentes.

De acuerdo con los estudios incluidos en esta revisión, podemos resaltar que las intervenciones con AF y orientación alimentaria son eficaces para la pérdida de peso, masa grasa y cambios favorables del IMC. Lo que no se puede afirmar es que tales modificaciones o el mantenimiento de los beneficios a lo largo del tiempo fueron obtenidos sólo gracias a los cambios alimentarios o al incremento de la práctica de AF⁵.

Aunque en todos los estudios el componente dietético estuviera presente, pocos estudios (8 de 23) consiguieron modificaciones positivas en los hábitos alimentarios y dietéticos de los participantes. La evidencia científica ha demostrado que los cambios en los hábitos dietéticos son alcanzados mediante una reducción de la grasa y el aumento de la ingesta de fibra, frutas y verduras, es decir, mediante una alimentación equilibrada⁴². Los resultados referentes a la dieta fueron descritos de forma global, con lo cual, no se puede concluir que las estrategias utilizadas fueran eficaces para promover cambios alimentarios y dietéticos positivos.

El componente de la AF estuvo presente en todos los estudios. Ocho de estos estudios alcanzaron resultados positivos en lo que se refiere a la práctica de AF. La diversidad encontrada en la orientación de las actividades ofrecidas y en los métodos de valoración, dificulta los análisis para identificar qué método fue más eficaz para la obtención de cambios positivos, hecho que coincide con hallazgos anteriores^{40,43}. Es cierto que el número de investigaciones en este campo van creciendo cada año en poblaciones sanas⁴⁴, pero existe la necesidad de futuras investigaciones en la promoción de AF en población de niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad en lo que concierne a la metodología y mantenimiento de los cambios alcanzados.

Atlantis et al⁴³, destacan la prescripción de ejercicio físico como un complemento de la restricción dietética, por su gran potencial para la reducción del sobrepeso, así como el peligro de la restricción en la dieta sin AF. Por lo tanto, los programas que combinan orientación alimentaria y AF se presentan como los más eficaces y recomendables en el tratamiento del sobrepeso y la obesidad.

Algunos estudios valoraron la CF (10 de 23). Destacamos la necesidad de más estudios que incluyan la valoración de la CF de niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad debido a que el nivel CF se correlaciona

directamente con factores de riesgo cardiovascular y el estado de salud de dicha población⁴⁵⁻⁴⁶. Ortega et al⁴⁷, destacan la importancia de monitorizar y conocer este marcador de salud, resaltando la necesidad de su inclusión en los estudios clínicos para una mejor comprensión de los factores determinantes de la CF durante el crecimiento y maduración.

RECOMENDACIONES FINALES

En conclusión, los programas de intervención incluidos en esta revisión señalan la necesidad de estudios específicos para adolescentes con sobrepeso y/u obesidad. Los resultados apuntan a que programas con AF y orientación alimentaria son eficaces en la pérdida de peso y en la reducción del IMC de niños y adolescentes con sobrepeso/obesidad. Sin embargo, es necesario investigar objetivamente el mantenimiento a largo plazo de tales cambios, así como identificar elementos metodológicos en lo que se refiere a la AF y orientación alimentaria que puedan valorar la eficacia de los programas de intervención. Por último destacamos la necesidad de valorar la CF en estudios clínicos para una mejor comprensión de los factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. The challenge of obesity in the WHO European Region. Fact sheet EURO/13/05 2005;1-6.
2. Swinburn BA, Sacks G, Lo SK, Westerterp KR, Rush EC, Rosenbaum M, et al. Estimating the changes in energy flux that characterize the rise in obesity prevalence. *Am J Clin Nutr.* 2009;89:1723-8.
3. Lob-Corziilius T. Overweight and obesity in childhood - A special challenge for public health. *International Journal of Hygiene and Environmental Health.* 2007;210:585-9.
4. Kosti RI, Panagiotakos DB. The epidemic of obesity in children and adolescents in the world. *Cent Eur J Public Health.* 2006;14(4):151-9.
5. Brown T, Summerbell C. Systematic review of school-based interventions that focus on changing dietary intake and physical activity levels to prevent childhood obesity: an update to the obesity guidance produced by the National Institute for Health and Clinical Excellence. *Obes Rev.* 2009;10:110-41.
6. Summerbell CD, Waters E, Edmunds L, Kelly SAM, Brown T, Campbell K. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009.
7. Ries AV, Voorhees CC, Gittelsohn J, Roche KM, Astone NM. Adolescents' Perceptions of Environmental Influences on Physical Activity. *Am J Health Behav.* 2008;32:26-39.
8. Van Sluijs EMF, van Poppel MNM, van Mechelen W. Stage-based lifestyle interventions in primary care Are they effective? *Am J Prev Med.* 2004;26:330-43.
9. McGovern L, Johnson JN, Paulo R, Hettinger A, Singhal V, Kamath C, et al. Treatment of pediatric obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2008;93:4600-5.
10. Bougle D, Zunquin G, Sesboué B, Sabatier JP, Daيرةux A. Treatment of pediatric obesity: effects on body composition and physical fitness. *Archives de pédiatrie.* 2007;14:439-43.
11. Klijn PH, van der Baan-Slootweg OH, van Stel HF. Aerobic exercise in adolescents with obesity: preliminary evaluation of a modular training program and the modified shuttle test. *BMC Pediatr.* 2007;7:19.
12. Vignolo M, Rossi F, Bardazza G, Pistorio A, Parodi A, Spigno S, et al. Five-year follow-up of a cognitive-behavioural lifestyle multidisciplinary programme for childhood obesity outpatient treatment. *Eur J Clin Nutr.* 2007;62:1047-57.
13. Knöpfli BH, Radtke T, Lehmann M, Schätzle B, Eisenblätter J, Gachnang A, et al. Effects of a Multidisciplinary Inpatient Intervention on Body Composition, Aerobic Fitness, and Quality of Life in Severely Obese Girls and Boys. *Journal of Adolescent Health.* 2008;42:119-27.
14. Evans RK, Franco R, Stern M, Wickham EP, Bryan DL, Herrick JE, et al. Evaluation of a 6 month multidisciplinary healthy weight management program targeting urban, overweight adolescents: Effects on physical fitness, physical activity, and blood lipid profiles. *International Journal of Pediatric Obesity.* 2009;4:130-3.
15. Aguer C, Gavarry O, Gole Y, Boussuges A, Doyard P, Falgairette G. A 5-month weight-reduction programme has a positive effect on body composition, aerobic fitness, and habitual physical activity of severely obese girls: A pilot evaluation study. *JSports Sci.* 2010;28:281-9.
16. Sacher PM, Kolotourou M, Chadwick PM, Cole TJ, Lawson MS, Lucas A, et al. Randomized controlled trial of the MEND program: a family-based community intervention for childhood obesity. *Obesity.* 2010;18:S62-8.
17. Sola K, Brekke N, Brekke M. An activity-based intervention for obese and physically inactive children organized in primary care: feasibility and impact on fitness and BMI. *Scand J Prim Health Care.* 2010;28:199-204.
18. Magnhild LPK, Geir J, Cathrine B, Sigmund A, Serena T, Lene A. Reduction in BMI z-score and improvement in cardiometabolic risk factors in obese children and adolescents. The Oslo Adiposity Intervention Study-a hospital/public health nurse combined treatment. *BMC Pediatrics.* 2011;11:47.
19. Vanhelst J, Marchand F, Fardy P, Zunquin G, Loeuille GA, Renaut H, et al. The CEMHaVi program: control, evaluation, and modification of lifestyles in obese youth. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention.* 2010;30:181-5.
20. Williamson DA, Walden HM, White MA, York-Crowe E, Newton RL, Alfonso A, et al. Two-Year Internet-Based Randomized Controlled Trial for Weight Loss in African-American Girls. *Obesity.* 2006;14:1231-43.
21. Reinehr T, de Sousa G, Toschke AM, Andler W. Long-term follow-up of cardiovascular disease risk factors in children after an obesity intervention. *Am J Clin Nutr.* 2006;84:490-6.
22. Dreimane D, Safani D, MacKenzie M, Halvorson M, Braun S, Conrad B, et al. Feasibility of a hospital-based, family-centered intervention to reduce weight gain in overweight children and adolescents. *Diabetes Res Clin Pract.* 2007;75:159-68.
23. Williams CL, Strobino BA, Brotanek J. Weight control among obese adolescents: a pilot study. *Int J Food Sci Nutr.* 2007;58:217-30.
24. Savoye M, Shaw M, Dziura J, Tamborlane WV, Rose P, Guandalini C, et al. Effects of a weight management program on body composition and metabolic parameters in overweight children: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2007;297(24):2697-2704.
25. Johnston CA, Tyler C, McFarlin BK, Poston WSC, Haddock CK, Reeves R, et al. Weight loss in overweight Mexican American children: a randomized, controlled trial. *Pediatrics.* 2007;120:e1450-7.
26. Joosse L, Stearns M, Anderson H, Hartlaub P, Euclide J. Fit kids/fit families: A report on a countywide effort to promote healthy behaviors. *Wis Med J.* 2008;107:231-6.
27. Weigel C, Kokocinski K, Lederer P, Dotsch J, Rascher W, Knerr I. Childhood Obesity: Concept, Feasibility, and Interim Results of a Local Group-based, Long-term Treatment Program. *Journal of Nutrition Education and Behavior.* 2008;40:369-73.
28. Black MM, Hager ER, Le K, Anliker J, Arteaga SS, DiClemente C, et al. Challenge! Health promotion/obesity prevention mentorship model among urban, Black adolescents. *Pediatrics.* 2010;126:280-8.
29. Tsiros MD, Sinn N, Brennan L, Coates AM, Walkley JW, Petkov J, et al. Cognitive behavioral therapy improves diet and body composition in overweight and obese adolescents. *Am J Clin Nutr.* 2008;87:1134-40.
30. Doyle AC, Goldschmidt A, Huang C, Winzelberg AJ, Taylor CB, Wilfley DE. Reduction of overweight and eating disorder symptoms via the Internet in adolescents: a randomized controlled trial. *The Journal of adolescent health.* 2008;43:172-9.
31. Jones M, Luce KH, Osborne MI, Taylor K, Cuning D, Doyle AC, et al. Randomized, controlled trial of an internet-facilitated intervention for reducing binge eating and overweight in adolescents. *Pediatrics.* 2008;121:453-62.
32. O'Connor J, Steinbeck K, Hill A, Booth M, Kohn M, Shah S, et al. Evaluation of a community-based weight management program for overweight and obese adolescents: The Loozit study. *Nutrition and Dietetics.* 2008;65:121-7.
33. Reinehr T, Temmesfeld M, Kersting M, De Sousa G, Toschke A. Four-year follow-up of children and adolescents participating in an obesity intervention program. *Int J Obes.* 2007;31:1074-7.
34. Johnston CA, Tyler C, McFarlin BK, Poston WSC, Haddock CK, Reeves RS, et al. Effects of a school-based weight maintenance program for Mexican-American children: results at 2 years. *Obesity.* 2009;18:542-7.
35. Shrewsbury VA, Nguyen B, O'Connor J, Steinbeck KS, Lee A, Hill AJ, et al. Short-term outcomes of community-based adolescent weight management: The Loozit® Study. *BMC pediatrics.* 2011;11:13.
36. Vanhelst J, Mikulovic J, Fardy P, Bui-Xuan G, Marchand F, Béghin L, et al. Effects of a multidisciplinary rehabilitation program on pediatric obesity: the CEMHaVi program. *International Journal of Rehabilitation Research.* 2011;34:110.
37. Vanhelst J, Fardy PS, Mikulovic J, Marchand F, Bui-Xuan G, Theunynck D, et al. Changes in obesity, cardiorespiratory fitness and habitual physical activity following a one-year intervention program in obese youth: a pilot study. *J Sports Med Phys Fitness.* 2011;51:1-2.

38. Connelly J, Duaso M, Butler G. A systematic review of controlled trials of interventions to prevent childhood obesity and overweight: a realistic synthesis of the evidence. *Public Health.* 2007;121:510-7.
39. Stice E, Shaw H, Marti CN. A meta-analytic review of obesity prevention programs for children and adolescents: The skinny on interventions that work. *Psychol.Bull.* 2006;132:667-91.
40. Wilfley DE, Tibbs TL, Van Buren DJ, Walker MS, Epstein LH, Reach KP. Lifestyle interventions in the treatment of childhood overweight: A meta-analytic review of randomized controlled trials. *Health Psychology.* 2007;26:521-32.
41. Eisenmann J, Gentile D, Welk G, Callahan R, Strickland S, Walsh M, et al. SWITCH: rationale, design, and implementation of a community, school, and family-based intervention to modify behaviors related to childhood obesity. *BMC Public Health.* 2008;8:223.
42. Barlow SE. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics.* 2001;120:S164-S192.
43. Atlantis E, Barnes E, Singh MAF. Efficacy of exercise for treating overweight in children and adolescents: a systematic review. *Int J Obes.* 2006;30:1027-40.
44. Sharma M. Physical activity interventions in Hispanic American girls and women. *Obesity reviews.* 2008;9:560-71.
45. García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M, et al. El perfil lipídico-metabólico en los adolescentes está más influido por la condición física que por la actividad física (estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:581-8.
46. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Moreno LA, González-Gross M, Wärnberg J, et al. Low level of physical fitness in Spanish adolescents. Relevance for future cardiovascular health (AVENA study). *Rev Esp Cardiol.* 2005;58:898-909.
47. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *International Journal of Obesity.* 2008;28:554-8.



Caso clínico

Fatiga percibida y características psicológicas relacionadas con el rendimiento en la rehabilitación de una lesión futbolística: estudio de un caso

R. Liberal^a, A. García-Mas^a, M. C. Pérez-Llantada^b, A. López de la Llave^b, J. M. Buceta^b, y F. Gimeno^c

^aDepartamento de Psicología Básica. Universidad de las Islas Baleares. España.

^bDepartamento de metodología de las ciencias del comportamiento. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

^cDepartamento de Psicología y Sociología. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España.

Historia del artículo:

Recibido el 27 de marzo de 2013

Aceptado el 10 de mayo de 2013

Palabras clave:

Fatiga percibida.

Lesión.

Motivación.

Control de estrés.

Rehabilitación.

Fútbol.

Keywords:

Perceived fatigue.

Injury.

Motivation.

Control of stress.

Rehabilitation.

Football.

RESUMEN

Objetivo. El objetivo de este estudio es observar los diferentes niveles de fatiga percibida de un sujeto, y la evolución de las diferentes variables psicológicas implicadas en el proceso de rehabilitación de una lesión futbolística, medidas al inicio y al final de este periodo.

Método. Es un estudio de caso descriptivo, en el que se valoran los diferentes grados de fatiga a través del Cuestionario breve de fatiga, y las características psicológicas a través del Cuestionario de Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo, a lo largo de un periodo de doce semanas, durante la rehabilitación de una lesión e inicio de la práctica deportiva.

Resultados. Los resultados muestran una fluctuación incremental en la fatiga percibida, y se observa con respecto al inicio, una disminución de las puntuaciones en los factores: control de estrés y motivación durante la reincorporación a la práctica deportiva.

Conclusión. En el caso estudiado, la fatiga percibida aumenta y el control de estrés y motivación disminuyen como indicadores de la reincorporación a la actividad competitiva.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte

ABSTRACT

Perceived fatigue and psychological characteristics related to performance during recovery from a football injury: A case study

Objectives. The objective of this study is to observe the different levels of perceived fatigue and the evolution of the psychological characteristics, during the period of rehabilitation after the recovery of a football injury measures at the beginning and the end of sport practice of this period.

Method. This is a descriptive Case Study where the levels of perceived fatigue were assessed using the Brief fatigue inventory, and the psychological characteristics through the CPRD, in the rehabilitation period of three months when the sport practice has been begun.

Results. The results shown an incremental fluctuation in the perceived fatigue, and there was a decrease in the scores on the control of the stress factors and motivation, during the sport practice with regard to the start.

Conclusion. In the cases studied the perceived fatigue shows high levels, and the control of stress and motivation factors undergo variations as indicators of the return to competitive activity.

© 2013 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondencia:

R. Liberal.

C/Concepción 5A, 1º B.

07350 Binissalem

Email: rbkliberal@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

El estudio de las lesiones en el ámbito deportivo se ha contemplado desde diferentes perspectivas participando de un acuerdo común como es la diversidad de factores que intervienen en su aparición, duración y posterior recuperación. Es importante la relación entre factores personales y situacionales que señala el *modelo integrado a la respuesta psicológica a la lesión y al proceso de rehabilitación* de Wiese Bjornstal¹ como uno de los modelos más completos que explica esta relación, el cual se basa en la integración de tres componentes: valoración cognitiva, respuesta emocional y respuesta conductual, entre los que existe una estrecha interrelación, que se refleja en el proceso de rehabilitación. Otro de los trabajos pioneros que explican la relación entre lesiones deportivas y factores psicológicos, son los modelos centrados en las reacciones emocionales. La *teoría de la valoración cognitiva*, (Brewer, 1994)² indica que la reacción emocional va a influir en la respuesta del deportista, condicionada por los factores personales y situacionales que mediatizan las apreciaciones cognitivas del sujeto, esto influye en la respuesta psicológica global del deportista lesionado³, aspecto que se expone también en los trabajos que reflejan la relación entre los factores psicológicos y la vulnerabilidad del deportista a sufrir lesión⁴.

En estudios anteriores, se ha demostrado la influencia que los factores psicológicos ejercen sobre la lesión⁵⁻⁶, y sobre la evolución de diferentes variables durante el proceso de rehabilitación, nos encontramos con la influencia que puede tener una historia de lesiones sobre las variables psicológicas⁷.

Cuando el estrés se cronifica aparece la fatiga que, como factor de estado de ánimo, se relaciona con una disminución del rendimiento. El estado de ánimo se compone de factores estrechamente relacionados con los factores psicológicos, de ahí el interés en la relación entre fatiga y características psicológicas, y la afinidad entre sus variables, como un aspecto relevante en el estudio sobre lesiones.

Se han investigado las consecuencias psicológicas, como el miedo a la recaída, durante la vuelta a la competición después de haber experimentado una grave lesión⁸, mientras que otros estudios valoran cómo evolucionan los estados emocionales a lo largo del periodo de recuperación de una lesión, y la importancia de la adherencia al programa de rehabilitación para la óptima recuperación⁹.

Una vez expuesta la importancia de los procesos emocionales y psicológicos derivados de una lesión en el ámbito deportivo, los objetivos de este estudio son: evaluar los niveles de fatiga percibida, a lo largo del periodo de rehabilitación e inicio de la práctica deportiva una vez superada la lesión, y los factores psicológicos al inicio y en la finalización de este periodo.

MÉTODO

Participante

El sujeto es un varón de 18 años que inicia su carrera como futbolista en un equipo de división de honor juvenil a los diecisiete años y sufre de forma consecutiva, durante el periodo de un año hasta su completa recuperación, diferentes tipos de lesión cuyos diagnósticos fueron: inicialmente una pubalgia, tras ser recuperado de esta lesión sufrió una periostitis, y esto le llevó a una rotura por estrés en la tibia.

Instrumentos

La evaluación de las variables psicológicas del sujeto se realizó a través del *Cuestionario de Características Psicológicas relacionadas con el Rendimiento Deportivo*, (CPRD) (Gimeno F, et al.¹⁰), que es una adaptación al español y mejora del *Psychological Skills Inventory for Sports*, (PSIS) (Mahoney MJ, et al.,¹¹). El CPRD consta de 55 ítems con una escala Likert de 6 puntos y mide cinco factores: control del estrés, influencia en la evaluación del rendimiento, motivación, habilidad mental y cohesión de equipo. Un ejemplo de ítem es: "cuando lo hago mal suelo perder la concentración".

El estado general de fatiga percibida, se evaluó a través del *Cuestionario Breve de Fatiga*, (BFI) (Mendoza, T, et al.¹²), compuesto por 9 ítems con una escala Likert de 11 puntos. Un ejemplo de ítem es: "rode el número que describa cómo, durante la última semana, la fatiga ha interferido en su actividad general".

Procedimiento

Se trata de un estudio descriptivo de caso único, sobre el estado de fatiga y variables psicológicas del sujeto a lo largo de doce semanas, durante el periodo de rehabilitación e inicio de la actividad deportiva una vez recuperada la lesión.

Se obtuvo el consentimiento del sujeto informándole del propósito del mismo, se aseguró la confidencialidad y el anonimato de los datos obtenidos.

Evaluación

El sujeto fue evaluado con el CPRD al principio y en la finalización del periodo de doce semanas, coincidiendo con la rehabilitación e inicio de la actividad. Los niveles de fatiga percibida se valoraron con el BFI cada semana durante el mismo periodo (13 tomas de datos).

Intervención

El participante realizó un tratamiento rehabilitador consistente en una intervención física y psicológica de forma integrada.

La rehabilitación física se realizó tres veces por semana, orientada a favorecer la recuperación y preparación del sujeto al inicio de la actividad, a medida que ésta aumenta progresivamente van disminuyendo las sesiones de rehabilitación hasta su completa finalización.

El programa de entrenamiento psicológico, llevado a cabo por un psicólogo especializado en la actividad física y el deporte, se realizaba una vez por semana, con la finalidad de favorecer el proceso de recuperación y vuelta a la competición. Este se estructuró siguiendo los ocho pasos indicados por S. Murphy, (1995)¹³, y dentro de la intervención individual se aplicaron diferentes técnicas que incluían:

- 1) Establecimiento de objetivos, como medida de sus expectativas sobre la recuperación e implicación en este proceso para favorecer el aumento de la motivación.

- 2) Reestructuración cognitiva, para el desarrollo de estrategias de afrontamiento en relación a la rehabilitación y su situación deportiva, la técnica más utilizada fue el control de la atención para manejar el foco atencional en función de las demandas de la situación.

- 3) Entrenamiento en relajación, se utilizó la técnica de relajación progresiva para manejar los niveles de tensión muscular, y respiración natural para hacer frente a la situación de estrés.

Tabla 1

Puntuaciones directas (P. directa) y centiles de las variables psicológicas del rendimiento deportivo medidas con el CPRD al inicio y finalización del periodo de rehabilitación

	Período de rehabilitación			
	Inicio		Finalización	
	P. directa	Centil	P.directa	Centil
Control del estrés	48	55	33	20
Influencia en la evaluación del rendimiento	23	45	22	40
Motivación	21	65	12	10
Habilidad mental	19	35	16	20
Cohesión de equipo	14	15	14	15

RESULTADOS

En la tabla 1 se pueden observar las puntuaciones medidas de las variables psicológicas. Los factores que mantienen puntuaciones similares son: la influencia en la evaluación del rendimiento y la cohesión de equipo. Los factores que al finalizar el periodo de rehabilitación disminuyen sus puntuaciones, con respecto al inicio, son: control del estrés, motivación y habilidad mental.

La figura 1 muestra la fluctuación en la percepción de fatiga medida a lo largo de trece semanas, se observan puntuaciones bajas al inicio del periodo de rehabilitación y un aumento de las mismas al final de este periodo, coincidiendo con el inicio de la actividad competitiva.

DISCUSIÓN

Es importante la influencia que las variables psicológicas ejercen en el rendimiento de la rehabilitación de una lesión. En este trabajo se contempla un aspecto sobre la historia de lesiones en un sujeto⁷, que afecta a las variables psicológicas y al estado de ánimo, relacionado con favorecer la adherencia al programa de rehabilitación.

Los hallazgos encontrados en relación a los objetivos propuestos, muestran una fluctuación en la variable fatiga que parte de niveles bajos y, a medida que el deportista se va incorporando a los entrenamientos progresivos debido a la mejora de su rendimiento en la rehabilitación, se van incrementando estos niveles como claro indicador de la implicación y adherencia del futbolista en la reincorporación.

Con respecto a los factores psicológicos, los aspectos que han sufrido cambios de forma relevante en el control de estrés y la motivación, son: la falta de concentración, la preocupación por el rendimiento en la competición, la confianza en sus capacidades, las ganas por el entrenamiento diario y la ansiedad pre-competitiva.

En cuanto a los materiales de evaluación, se podría haber utilizado otro instrumento más específico para valorar el estado de ánimo, sin embargo, en este caso se ha considerado más adecuada la utilización del CPRD, como instrumento para valorar el control de estrés que es una variable relevante ante la situación de competición.

Como conclusión de este estudio de caso único, se quiere remarcar la importancia del trabajo integral físico-psicológico durante el periodo de recuperación de una lesión importante, así como el carácter decisivo de obtener información cualificada, a través de auto-informes sobre las percepciones del deportista lesionado durante este periodo, lo que nos

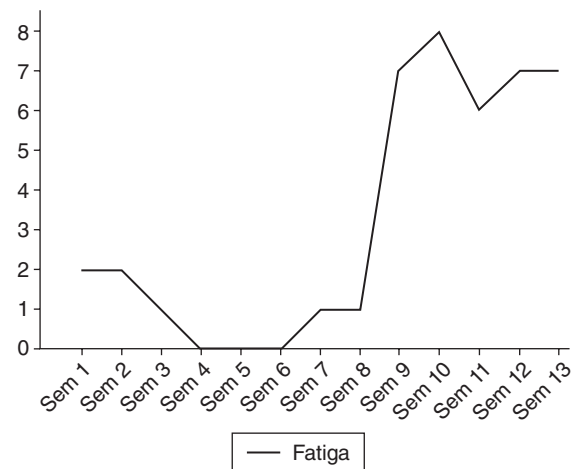


Fig.1. Fluctuación en la percepción de fatiga medida a lo largo de trece semanas.

ha ido mostrando la evolución del deportista para adecuar la necesidad de intervención en cada momento.

El presente estudio ha pretendido ofrecer una visión cualitativa respecto a la evolución de diferentes variables psicológicas implicadas en el proceso de rehabilitación de una lesión, no obstante, al ser un estudio de caso único, es difícil generalizar los resultados, para lo que en futuras investigaciones sería interesante analizar datos similares con una muestra mayor.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Wiese-Bjornstal DM, Smith AM, Shaffer SM, Morrey MA. An integrated model of response to sport injury: Psychological and sociological dynamics. *J App Sport Psycho*. 1998;10:46-69.
2. Brewer BW. Review and critique of models of psychological adjustment to athletic injury. *Journal of Applied Sport Psychology*.1994;6:87-100.
3. Ramírez A. Lesiones deportivas: un análisis psicológico de su recuperación. Tesis doctoral no publicada. Universidad del País Vasco 2000.
4. Abenza L, Bravo JF, Olmedilla A. Intervención psicológica en balonmano femenino: un caso. Comunicación presentada al X Congreso Nacional de Psicología de la Actividad Física y el Deporte, Málaga 2005.
5. Buceta JM. Psicología y lesiones deportivas: prevención y recuperación. Madrid: Dykinson; 1996.
6. Abenza L, Olmedilla A, Ortega E. Lesiones y factores psicológicos en futbolistas juveniles. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2009;132:280-8.
7. Olmedilla A, Prieto JM, Blas A. Historia de lesiones y su relación con las variables psicológicas en tenistas. *Anuario de Psicología Clínica y de la Salud*. 2009;5:67-74.
8. Ramírez A. Efectos psicológicos de la lesión deportiva. *Motricidad*. 2002;9: 209-24.
9. Olmedilla A, Abenza L, Alto M, García-Más A. Análisis de la relación entre el estado de ánimo y las conductas de adherencia en deportistas lesionados. *Anales de Psicología*. 2009;26(1):159-68.
10. Gimeno F, Buceta JM, Pérez-Llantada MC. El Cuestionario "Características psicológicas relacionadas con el rendimiento deportivo" (CPRD). *Características psicométricas*. *Análisis Psicológica*. 2001;1(XIX): 93-113.
11. Mahoney MJ, Gabriel TJ, Perkins TS. Psychological skills and exceptional athletic performance. *The Sport Psychologist*. 1987;1:181-9.
12. Mendoza T, Wang XS, Cleeland CS, Morrissey M, Johnson BA, Wendt JK, et al. The rapid assessment of fatigue severity in cancer patients: use of the Brief Fatigue Inventory. *Cancer*. 1999;85:1186-96.
13. Murphy S. *Sport Psychology Interventions*. Chicago, IL: Human Kinetics; 1995.

Equipos Pruebas de Esfuerzo, Isocinéticos y Ondas de choque

Pruebas de Esfuerzo **Ultima Cardio2**



Medical Graphics le ofrece el equipo más versátil y completo para Pruebas de Esfuerzo, Ultima Cardio2.

Este equipo combina la tecnología de gases de Medical Graphics con el ECG de 12 derivaciones más avanzado del mercado, Mortara Instruments.
Más información: www.sanro.com / 91 352 92 44

Isocinético HUMAC NORM



En un sólo Equipo, el HUMAC NORM ofrece 22 tipos de evaluaciones-entrenamientos con cuatro modos de trabajo diferentes: Isocinético, isotónico, isométrico y pasivo. El equipo dispone de una amplia variedad de informes: isométrico, narrativo (Isométrico e isocinético), comparativo (curvas superpuestas), propiocepción, coordinación, tiempo de respuesta, repetitividad.

Más información: www.sanro.com / 91 352 92 44

Ondas de Choque BTL



Los equipos de Ondas de choque radiales BTL, le ofrecen en un equipo portátil y fácil de usar una alta tecnología.
BTL 5000 SWT Power, 5 bares y 22 Hz de frecuencia.
BTL 6000 SWT, 4 bares y 15 Hz de frecuencia.

Más información: www.sanro.com / 91 352 92 44



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE

CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE

Glorieta Beatriz Manchón s/n
(Isla de la Cartuja)
41092 SEVILLA

Teléfono
600 147 638

Fax
955 40 623

e-mail
ramd.ccd@juntadeandalucia.es