

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 5 Número. 3

Septiembre 2012



Originales

Influence of music and its moments of application on performance and psychophysiological parameters during a 5km time trial

Asociación entre la condición física relacionada con la salud y la calidad de vida en pacientes diabéticos tipo 2 tratados en atención primaria: un estudio exploratorio en la provincia de Sevilla

Dermatoglyphics in Sports Sciences: Understanding the distribution of quantitative indicators in non-athletes and athletes of basketball according to their performance

Revisiones

El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento

Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: uma revisão sistemática

Estudio de caso

Muscular strength, bone density and body composition of a woman with systemic lupus erythematosus submitted to a resistance training program: a case report

ISSN: 1888-7546

MEDICINA INTERNA Y CARDIOLOGÍA, FISIOLÓGIA, NUTRICIÓN, BIOQUÍMICA Y CINEANTROPOMETRÍA, PSICOLOGÍA,
PODOLOGÍA, 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 17 52 30
Fax: 950 17 52 35
camd.almeria.ccd@juntadeandalucia.es

CÁDIZ

Complejo Deportivo Bahía Sur
(Paseo Virgen del Carmen, s/n)
11100, San Fernando (Cádiz)
Teléfono: 956 20 31 30
Fax: 956 20 31 31
camd.cadiz.ccd@juntadeandalucia.es

CÓRDOBA

Inst. Deportivas Munic. Vista Alegre
(Plaza Vista Alegre, s/n)
14071 (Córdoba)
Teléfono: 957 35 51 85
Fax: 957 35 51 88
camd.cordoba.ccd@juntadeandalucia.es

GRANADA

Hospital San Juan de Dios
(San Juan de Dios, s/n)
18071, Granada
Teléfono y Fax: 958 29 14 26
camd.granada.ccd@juntadeandalucia.es

HUELVA

Ciudad Deportiva de Huelva
(Avda. Manuel Siurot, s/n)
21071, Huelva
Teléfono: 959 01 59 12
Fax: 959 01 59 15
camd.huelva.ccd@juntadeandalucia.es

JAÉN

Ctra. Madrid, 23
(esq. c/ Ana María Noguerras s/n)
23009 (Jaén)
Teléfono: 953 36 20 86
Fax: 953 36 20 90
camd.jaen.ccd@juntadeandalucia.es

MÁLAGA

Inst. Deportivas de Carranque
(Avda. Santa Rosa de Lima, s/n)
29071, Málaga
Teléfono: 951 03 57 30
Fax: 951 03 57 32
camd.malaga.ccd@juntadeandalucia.es

SEVILLA

Glorieta Beatriz Manchón, s/n
(Isla de la Cartuja)
41092, Sevilla
Teléfono: 955 06 20 25
Fax: 955 06 20 34
camd.sevilla.ccd@juntadeandalucia.es



JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE CULTURA Y DEPORTE
Centro Andaluz de Medicina del Deporte

www.juntadeandalucia.es/culturaydeporte/camd

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Publicación Oficial del Centro Andaluz de Medicina del Deporte

Edita

Centro Andaluz de Medicina del Deporte.
Consejería de Cultura y Deporte

Dirección

Leocricia Jiménez López
Centro Andaluz de Medicina del Deporte.

Editor

Marzo Edir Da Silva Grigoletto

Coordinación Editorial

Salvador Espinosa Soler
Clemente Rodríguez Sorroche

Comité Editorial

José Ramón Alvero Cruz
(Universidad de Málaga, España)

Juan de Dios Beas Jiménez
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, España)

Eloy Cárdenas Estrada
(Universidad de Monterrey, México)

José Alberto Duate
(Universidade do Porto, Portugal)

Russell Foulk
(University of Washington, USA)

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

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

Nicola A. Maffuletti
(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)

João Carlos Bouzas
(Universidade Federal de Viçosa, 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)

Cloaldo 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)

Alexandre García Mas
(Fundación Mateu Orfila, España)

Guadalupe Garrido Pastor
(Universidad Politécnica de Madrid, España)

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

Mikel Izquierdo
(CEIMD, Gobierno de Navarra, España)

José Carlos Jaenes
(Universidad Pablo Olavide, España)

David Jiménez Pavón
(Universidad de Zaragoza, España)

Carlos Lago Peñas
(Universidad de Vigo, España)

Covadonga López López
(Centro Andaluz de Medicina del Deporte, 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)

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

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

ELSEVIER
DOYMA

Publicación trimestral (4 números al año).

© Copyright 2012 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

Equipos Pruebas de Esfuerzo, Isocinéticos y Ondas de choque

Pruebas de Esfuerzo Última Cardio2



Medical Graphics le ofrece el equipo más versátil y completo para Pruebas de Esfuerzo, Última 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

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 5 Número 3
Septiembre 2012

Sumario

Originales

- 83 Influence of music and its moments of application on performance and psychophysiological parameters during a 5km time trial
M. Bigliassi, J.L. Dantas, J.G. Carneiro, B.P.C. Smirmaul and L.R. Altimari
- 91 Asociación entre la condición física relacionada con la salud y la calidad de vida en pacientes diabéticos tipo 2 tratados en atención primaria: un estudio exploratorio en la provincia de Sevilla
R.M. Alfonso-Rosa, J.T. del Pozo-Cruz, M. Caraballo Daza, J. del Pozo-Cruz y B. del Pozo-Cruz
- 99 Dermatoglyphics in Sports Sciences: Understanding the distribution of quantitative indicators in non-athletes and athletes of basketball according to their performance
J.P. Borin, C.R. Padovani, F.F. Aragon and A. Gonçalves

Revisiones

- 105 El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento
F. Ayala, P. Sainz de Baranda y A. Cejudo
- 113 Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: uma revisão sistemática
A.A. Fernandes, P.R.S. Amorim, T.N. Prímola-Gomes, M. Sillero-Quintana, I. Fernández-Cuevas, R.G. Silva, J.C. Pereira e J.C.B. Marins

Estudio de caso

- 118 Muscular strength, bone density and body composition of a woman with systemic lupus erythematosus submitted to a resistance training program: a case report
C.J. Borba-Pinheiro, N.M. Almeida de Figueiredo, A. Walsh-Monteiro, M.C. Gurgel de Alencar Carvalho, A. Janotta Drigo, N. Souza Lima da Silva, M. Pereira de Souza Alves and E.H. Martin Dantas

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 5 Number 3

September 2012

Contents

Original Articles

- 83 Influence of music and its moments of application on performance and psychophysiological parameters during a 5km time trial
M. Bigliassi, J.L. Dantas, J.G. Carneiro, B.P.C. Smirmaul and L.R. Altimari
- 91 Relationship between Health-Related Fitness and Quality of life in elderly with type 2 diabetes: an exploratory study in the province of Seville
R.M. Alfonso-Rosa, J.T. del Pozo-Cruz, M. Caraballo Daza, J. del Pozo-Cruz and B. del Pozo-Cruz
- 99 Dermatoglyphics in Sports Sciences: Understanding the distribution of quantitative indicators in non-athletes and athletes of basketball according to their performance.
J.P. Borin, C.R. Padovani, F.F. Aragon and Aguinaldo Gonçalves

Review Articles

- 105 Flexibility training: Stretching techniques
F. Ayala, P. Sainz de Baranda and A. Cejudo
- 113 Evaluation of skin temperature during exercise by infrared thermography: a systematic review
A.A. Fernandes, P.R.S. Amorim, T.N. Prímola-Gomes, M. Sillero-Quintana, I. Fernández-Cuevas, R.G. Silva, J.C. Pereira and J.C.B. Marins

Case report

- 118 Muscular strength, bone density and body composition of a woman with systemic lupus erythematosus submitted to a resistance training program: a case report
C.J. Borba-Pinheiro, N.M. Almeida de Figueiredo, A. Walsh-Monteiro, M.C. Gurgel de Alencar Carvalho, A. Janotta Drigo, N. Souza Lima da Silva, M. Pereira de Souza Alves and E.H. Martin Dantas



Original

ARTÍCULO EN INGLÉS

Influence of music and its moments of application on performance and psychophysiological parameters during a 5km time trial

M. Bigliassi^a, J.L. Dantas^a, J.G. Carneiro^a, B.P.C. Smirmaul^b and L.R. Altimari^a

^aGroup of Study and Research in Neuromuscular System and Exercise, Physical Education And Sport Center. Londrina University State. Paraná. Brasil.

^bDepartment of Sports Sciences. Physical Education Faculty. University of Campinas (UNICAMP). Campinas. Brasil.

History of the article:

Received February 15, 2012.

Accepted April 19, 2012.

Key words:

Cycling.

Time-Trial.

Ergogenics Aids.

Music.

Palabras clave:

Ciclismo.

Contrarreloj.

Recursos ergogénicos.

Música.

Correspondence:

L.R. Altimari.

Departamento de Educação Física.

Universidade Estadual de Londrina.

Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380, Campus

Universitário.

Cx. Postal 6001, CEP 86051-990, Londrina, PR,

Brasil.

E-mail: altimari@uel.br

ABSTRACT

Objective. The purpose of this study was to verify the influence of music introduced in different moments in a 5-km time-trial cycling (TT5KM) on psychophysical variables.

Methods. Ten trained cyclists participated in this study (24 ± 1 years; 73.5 ± 10.4 kg; 180 ± 12 cm). The participants performed the TT5KM in three distinct conditions: music during warm-up (MW), music during the protocol (MP) and control (C). During all conditions the time (T), power output (W), heart rate (HR) and rating of perceived exertion (RPE) was evaluated and the mood state was assessed with the BRUMS questionnaire. After descriptive statistics, data normality was confirmed using the Shapiro-Wilk's test. Mean performance, performance at each 500m, RPE at each 1000m and mood state were compared with ANOVA two way for repeated measures (moment x condition). The significance level was set at p<0.05. A parallel statistic was used to find the smallest worthwhile change of all variables to verify the possibility of the effect to be trivial, beneficial or prejudicial.

Results. None of the variables showed any difference between groups (p>0.05), but there is a possibility of RPE to be smaller when the subject listen music during (90%) or before (93%) the test compared with control condition.

Conclusion. Our results showed that regardless the time of application (i.e., before or during exercise), music did not affect performance and psychophysiological parameters during the TT5KM.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

RESUMEN

Influencia de la música y su momento de aplicación en el rendimiento y en las variables psicofisiológicas durante una contrarreloj de 5 km

Objetivo. El propósito de este estudio fue verificar la influencia de la música introducida en diferentes momentos en una contrarreloj de ciclismo de 5 km sobre las variables psicofisiológicas.

Método. Diez ciclistas entrenados participaron en este estudio (24 ± 1 años; 73,5 ± 10,4 kg, 180 ± 12 cm). Los participantes realizaron la contrarreloj de ciclismo de 5 km en 3 condiciones diferentes: música durante el precalentamiento, música durante el protocolo y control. Durante todas las condiciones fue evaluado el tiempo, la potencia, la frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva de esfuerzo, y el estado de humor fue evaluado con el cuestionario BRUMS. Después de la estadística descriptiva, la normalidad de los datos fue confirmada por el test de Shapiro-Wilk. La media de rendimiento, el rendimiento a cada 500 m, percepción subjetiva de esfuerzo a cada 1.000 m y el estado de humor fueron comparados con la ANOVA de 2 factores para medidas repetidas (momento x condición). El nivel de significancia fue fijado en p < 0,05. Una estadística paralela fue utilizada para encontrar la menor variación de valor de todas las variables y de esta forma verificar la posibilidad de que el efecto sea trivial, benéfico o perjudicial.

Resultados. Ninguna de las variables presentó diferencia entre los grupos (p > 0,05), pero existe una posibilidad de que su percepción subjetiva de esfuerzo sea pequeña cuando el individuo escucha música durante (90%) o antes (93%) del test en comparación con el test de condición de control.

Conclusiones. Nuestros resultados mostraron que con independencia del momento de aplicación (por ejemplo, antes o durante el ejercicio), la música no afectó al rendimiento y las variables psicofisiológicas durante una contrarreloj de ciclismo de 5 km.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Introduction

During competitive individual events, a very small enhancement of performance by an athlete may be decisive for the event's outcome¹. In many sports, performance is defined primarily by the mechanisms responsible for fatigue throughout the event. Often the outcome of the event depends on small changes of such mechanisms². In order to improve performance, several ergogenic aids have been used by athletes, such as nutritional, pharmacological, biomechanical, physiological and psychological aids³. Psychological aids, despite other effects, can be understood as interventions that are capable to increase the motivational aspect of an athlete before or during competition. Examples include the use of verbal encouragement, pictures, videos and music⁴.

Motivation may improve motor performance through a general arousing or energizing effect⁵, independent of their arousal source to the task. The arousal (energy dispended) directed to a sense, is based on construct that could be explained by goal orientation (allowing a task be finished with maximal ability)⁶. It has been shown that subjects, after seeing highly arousing pictures, produced more force and reported lower effort sensation⁷. In this way music has been shown capable of enhancing motivation and arousal for sports⁸, leading to significant changes in psychophysiological factors such as reduced tiredness and augmented pleasure⁹ (lower blood lactate and catecholamines concentrations¹⁰, and increased time to exhaustion or distanced covered in certain tasks¹¹⁻¹³). Mood states is a very important factor to be monitored in sports domain, once it is capable to change physiological variables and as consequence, alter performance, also it is a very complicated factor to control, once that it is changed by many aspects during the personal life of the athlete, therefore, music can act in some moods domain turning to better some psychoaffective characteristics¹⁴.

Several studies have investigated the effects of music on performance in both submaximal^{9,15-17} and maximal exercises^{13,18}. However, few studies have attempted to study the effects of music during warm-up, leading to controversial results. Yamamoto and colleagues²¹ found that listening to two different types of music during warm-up had no effect on mean power output in a subsequent supramaximal exercise lasting 45s. On the other hand, Eliakim and colleagues²² reported an increased peak of anaerobic power in volleyball players during a Wingate Anaerobic Test (30s) after listening to arousal music during warm-up. Still, little is known whether listening to music only during warm-up or during exercise can enhance following performance during a more real condition of competition such as a time-trial with medium duration. As it is common practice among athletes to listen to music before competition aiming to increase their motivation, scientific-based information is required to support this practice.

Therefore, the aims of this study were to verify the effects of music on performance and psychophysiological parameters during a 5km cycling time trial in two different moments of application, (1) before (warm-up) and (2) during the trial. It is hypothesized that during both situations music will reduce perception of effort and increase motivation, leading to increased performance.

Methods

Subjects

The sample size was calculated using total time as the main variable from Atkinson et al. study²³, once presented similar task and kind of

population, assuming significance value: 0.05, statistical power: 0.80, ratio = 1, mean of differences between two experimental conditions, and standard deviation from experimental protocol, but we could not attempt this number of professional cyclists. Therefore, ten cyclists (24 ± 1 years; 73.5 ± 10.4 kg; 180 ± 12 cm) participated of this study. All cyclists were competing in regional and national levels and the data obtained during their incremental tests ($W_{max} = 375.7 \pm 58.0$ W; $W_{aerobic}$ threshold = 231.3 ± 30.8 W; $W_{anaerobic}$ threshold = 300.2 ± 43.8 W) classified them among amateur and professional athletes according to the literature^{24,25}. Subjects were instructed to refrain from vigorous activities and ingestion of caffeine or alcohol-containing substances 24 hours prior the experiments. All tests were performed at the same time of day (± 1 h) to avoid the circadian variation. This study was approved by the local Institutional Research Ethics Committee.

Study design

All subjects performed the four test sessions on an electronically braked cycle ergometer (Velotron™, Dynafit Model, Racer Mate®, USA) consisting of a maximal incremental test (MIT) and three 5-km time trials (TT5KM).

Maximal incremental test

The MIT was used to obtain the maximal power output (W_{MAX}), maximal heart rate (HR_{MAX}), and physiological thresholds from the athletes. Biomechanical adjustments (seat and handle bar height and distance) were made for all subjects according to the literature^{26,27}. All adjustments were recorded in the first session and reproduced in the subsequent tests.

Each MIT started at 25W, with increments of 25 W.min⁻¹ until voluntary exhaustion or until subjects could no longer maintain a pedaling rate of 70 rpm for 5 seconds. W_{MAX} was considered the power output in the final completed stage added to the product of the percentage time spent in the final, not completed, stage with the power increment (25 W)²⁸. HR_{MAX} was considered the highest HR value found during the last minute of the test. With the HR variability (HRV) data obtained during MIT, the HRV thresholds were calculated using the product of the frequency and the power of the high frequency component. This method allows the calculation of the HFt1 and HFt2 thresholds, which corresponds to the first ventilatory threshold (aerobic) and the respiratory compensation point (anaerobic)²⁹.

Time-trial 5 KM

The TT5KM consisted of a task to be completed as fast as possible, with free cadence and gear choice. The TT5KM was performed in the control condition (CON), music during warm-up (MW) and music during the protocol (MP). Subjects received feedback regarding distance covered throughout the TT5KM via a computer monitor. Previously to each TT5KM, subjects performed a warm-up protocol consisting of 10 minutes of exercise, distributed in one set of four minutes at the power output corresponding to 55% of W_{MAX} and other two sets of three minutes at 60 and 65% of W_{MAX} , respectively, and followed by two minutes of rest before TT5KM. This warm-up protocol was adapted from Hajoglou et al³². During all TT5KM the variables mean power output (MPO), mean speed (MS), HR_{MAX} percentage (% HR_{MAX}), ratings of perceived exertion (RPE) and total time (TT) were monitored. Partial

mean power output was monitored by an average of each 500m and RPE at each 1000m during the test.

All three conditions (CON, MW and MP) were randomized, and music was previously chosen by subjects, once it has been demonstrated the positive effects of preferred music on performance¹¹. During the first test session (MIT) volunteers were instructed to bring motivational music to the next tests (TT5KM). The music brought by each athlete was recorded into a MP3 player (Sony® Electronics Inc. - Sony Corporation of America - USA), and transmitted through earphones to subjects. Subjects were instructed to choose music capable of increase motivation to complete the time-trial as soon as possible. Music should be chosen according to their preferences for training and/or competition routines, and volume followed the same recommendation.

Assessment of mood states

During the TT5KM session subjects were asked to answer to the Brunel Mood Scale (BRUMS) before warm-up, after warm-up and right after the TT5KM. This tool represents a questionnaire to assess mood states, consisting of 24 questions stratified into six mood domains: Anger, Confusion, Depression, Fatigue, Tension and Vigour³³. Each domain score was normalized by the score obtained before warm-up. Then the score variation of each domain was determined by subtracting the score obtained in each moment of application in relation to the pre warming-up value, as shown in the formula below:

$$\text{Variation} = \text{moment} - \text{pre warming-up value}$$

Moment = post warming-up or post exercise moments values.

Consequently, after normalization all subjects started with a null value, which means, a score of zero. Hence, the differences between initial values among subjects were eliminated and only the variation caused by exercise on mood states was assessed. This questionnaire was chosen for been a shorter version of POMS and more adequate to use with athletes due their characteristics and shorter time to answer³⁴.

Ratings of perceived exertion

Each minute during MIT and at each kilometer during TT5KM, subjects were instructed to report their ratings of perceived exertion (RPE) according to the 15 points scale (6-20), answering the following question: "how hard is the task at this moment?"^{35,36}. For all tests the values very, very light (7) and very, very hard (19) were used as anchoring points³⁷. There was also the instruction regarding the importance of the veracity about the reported RPE, highlighting the fact that answering a lower or higher value to that real perceived would not influence on performance evaluation.

Data analysis

After descriptive statistics, data normality was confirmed using the Shapiro-Wilk's test. Mean performance, performance at each 500m and RPE at each 1000m were compared with ANOVA two way for repeated measures (moment x condition), employing the Greenhouse-Geisser correction when necessary. After normalization of BRUMS' domains variation, the same procedure was used. The significance level was set at $P < 0.05$. A parallel statistic was used to find the smallest worthwhile change of all variables to verify the possibility of the effect to be trivial,

Table 1
Anthropometric and Physiological Data (n=10)

	Mean	SD	MIN	MAX
Anthropometrics				
Weight (kg)	73.5	10.4	56.0	92.0
Height (m)	1.8	0.1	1.6	2.1
BMI (kg/m ²)	22.5	1.9	19.0	25.5
Incremental test				
W _{MAX} (Watts)	375.7	58.0	302.7	486.9
W _{MAX RELATIVE} (W.kg ⁻¹)	5.2	0.8	3.6	6.5
W _{HFL1} (Watts)	231.3	30.8	200.0	262.5
W _{HFL1 RELATIVE} (W.kg ⁻¹)	3.2	0.4	2.2	3.6
W _{HFL2} (Watts)	300.2	43.8	250.0	387.5
W _{HFL2 RELATIVE} (W.kg ⁻¹)	4.1	0.6	2.9	5.2
Total Time (s)	661.7	139.6	486.0	929.0
HR _{MAX}	192.0	10.0	169.0	205.0
HR _{HFL1}	158.3	10.5	141.0	172.0
% HR _{MAX HFL1}	82.5	4.9	70.1	87.2
HR _{HFL2}	175.1	8.2	160.0	187.0
% HR _{MAX HFL2}	91.3	3.7	82.1	94.7

BMI: Body Mass Index; HR: Heart Rate; HFL1: First Ventilatory Threshold and HFL2: Second Ventilatory Threshold from Heart Rate Variability Analysis (Cottin et al, 2006); MAX: Maximal; MIN: Minimal; SD: Standard deviation; W: Power Output.

Table 2
Power Output Data during TIME TRIAL 5 KM (n=10)

		Mean	SD	MIN	MAX
Control	W _{MEAN} (Watts)	300.0	64.7	205.0	388.0
	W _{RELATIVE MEAN} (Watts.kg ⁻¹)	4.1	0.7	3.4	5.0
	% W _{MAX} (%)	79.7	8.4	67.2	105.3
Music before	W _{MEAN} (Watts)	279.6	78.8	148.0	382.0
	W _{RELATIVE MEAN} (Watts.kg ⁻¹)	3.9	1.0	1.7	5.2
	% W _{MAX} (%)	74.5	6.3	47.7	100.6
Music during	W _{MEAN} (Watts)	307.3	76.0	197.0	399.0
	W _{RELATIVE MEAN} (Watts.kg ⁻¹)	4.1	0.8	3.5	5.4
	% W _{MAX} (%)	80.6	6.8	65.1	115.0

%W_{MAX}: Percentual of the Maximal Power Output; MAX: Maximal; MIN: Minimal; W: Power Output.

beneficial or prejudicial. The chances exist in test was classified in < 1% almost sure that not; 1% to 5% very unlikely; 5% to 25% unlikely; 25% to 75% possible; 75% to 95% likely; 95% to 99% very likely; > 99% almost sure. If the chance of beneficial effect and the decrease in performance were both higher than 5%, the classification was considered undetermined³⁸.

Results

Subjects' physiological characteristics are shown in table 1.

Mean speed in the TT5KM did not show significant difference between conditions (n=10; CON = 38.1 (3.3) km.h⁻¹; MW = 36.9 (4.8) km.h⁻¹; MP = 38.6 (3.7) km.h⁻¹; F= 0.776; P= 0.411). Consequently the mean power output (F= 0.872; P= 0.387) (table 2) and total time (CON = 476.4 (39.3) s; MW = 498.1 (70.9) s; MP = 472.5 (43.2) s; F= 0.960; P= 0.357) also did not show significant difference. There was also no significant difference to the power output at each 500m throughout the time trial between experimental conditions at any distance (F= 0.520; P= 0.773) (fig. 1).

In relation to %HR_{MAX}, no significant difference was observed between conditions (CON = 93.5 (3.7) %HR_{MAX}; MW = 93.5 (3.1) %HR_{MAX}; MP = 95.5 (2.0) %HR_{MAX}; F= 1.0; P= 0.402). The %HR_{MAX} at each 500m also did not show statistical differences between experimental conditions (F= 0.744; P= 0.761) (fig. 2).

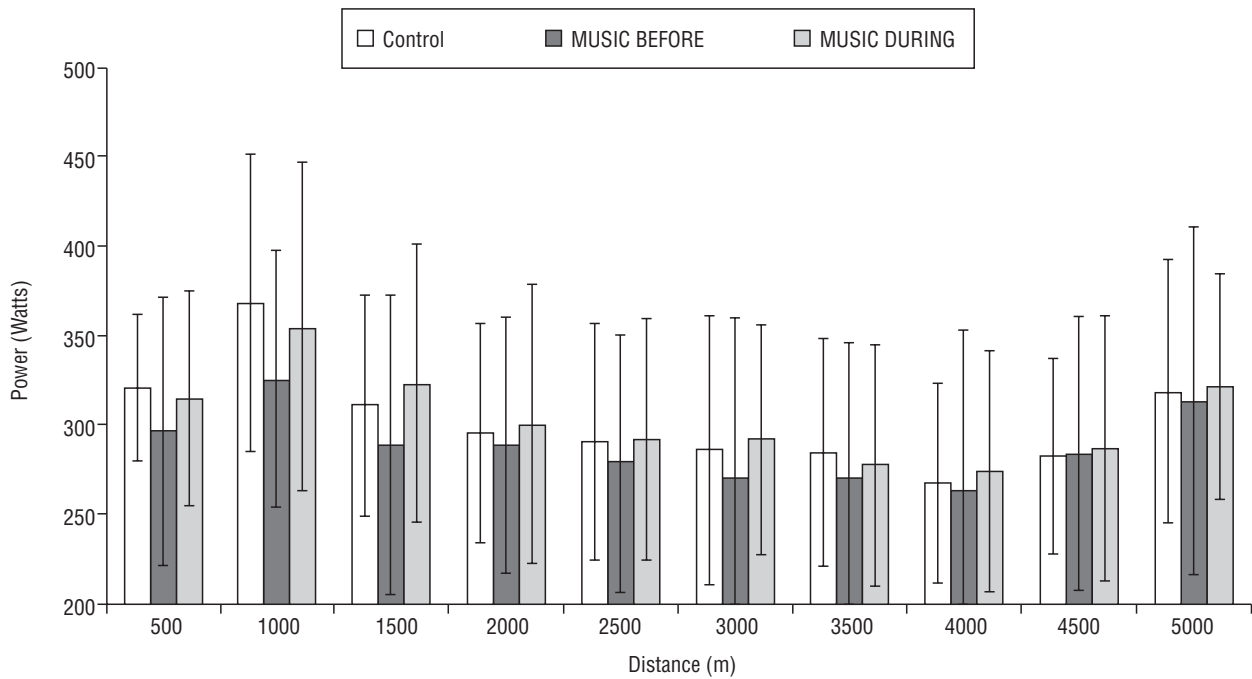


Fig. 1. Outcome of the power output during the 5-km time trial (mean [bars] \pm SD [error bars]), n=10.

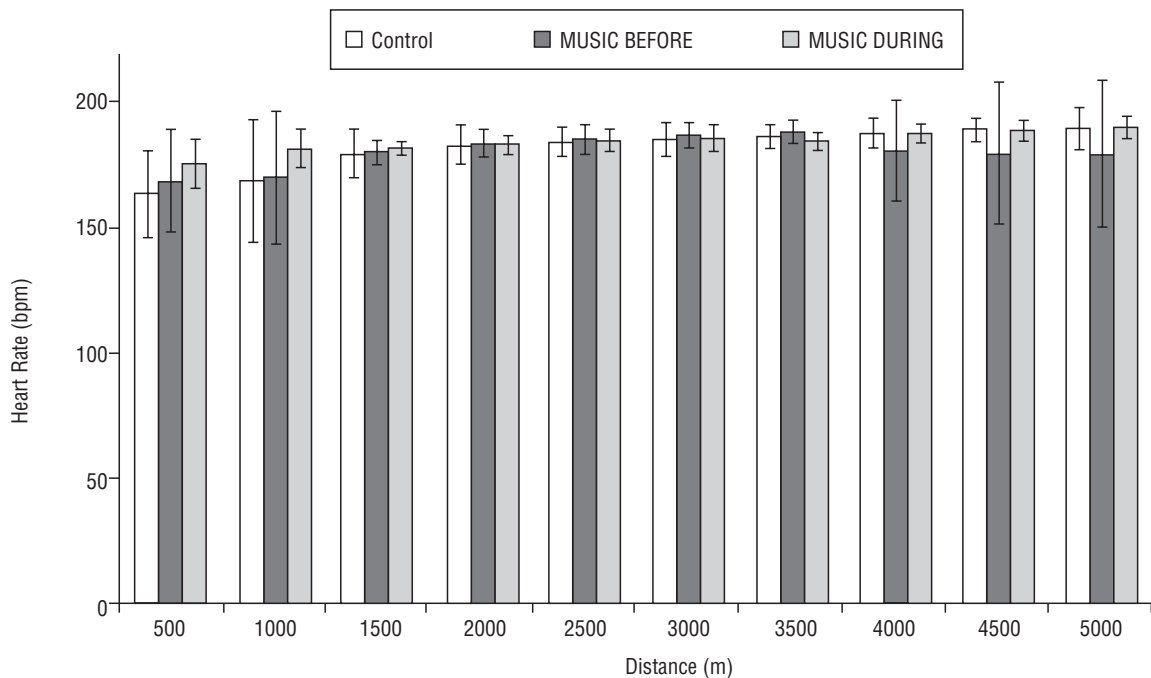


Fig. 2. Outcome of the heart rate during the 5-km time trial (mean [bars] \pm SD [error bars]), n=10.

RPE increased significantly as distance cycled increased ($F= 151.72$; $P < 0.001$, $R^2= 0.849$) (fig. 3). However, similarly to the behavior of mean power output (fig. 1), RPE throughout TT5KM did not show significant difference between conditions ($F= 0.264$; $P= 0.866$) (fig. 3). In the same way, no statistical difference was found to the rate of increase (SLOPE) ($F= 2.833$; $P= 0.113$) and explanation coefficient (R^2) ($F= 0.823$; $P= 0.404$) of RPE (table 3).

Most of the BRUMS domains did not show significant differences between moments and conditions ($P > 0.05$) (fig. 4). Only the domains of

Table 3
Rate of Perceived Exertion during TT5KM tests (n=10)

		Mean	SD	MIN	MAX
Control	RPE _{SLOPE} (p.km ⁻¹)	2.61	0.26	2.17	2.94
	RPE _R ²	0.90	0.11	0.69	0.99
Music before	RPE _{SLOPE} (p.km ⁻¹)	2.45	0.29	2.00	2.83
	RPE _R ²	0.89	0.11	0.64	0.99
Music during	RPE _{SLOPE} (p.km ⁻¹)	2.37	0.51	1.40	2.91
	RPE _R ²	0.86	0.13	0.63	0.99

p.km⁻¹ = points by each kilometer; MAX: Maximal; MIN: Minimal; SD: Standard deviation.

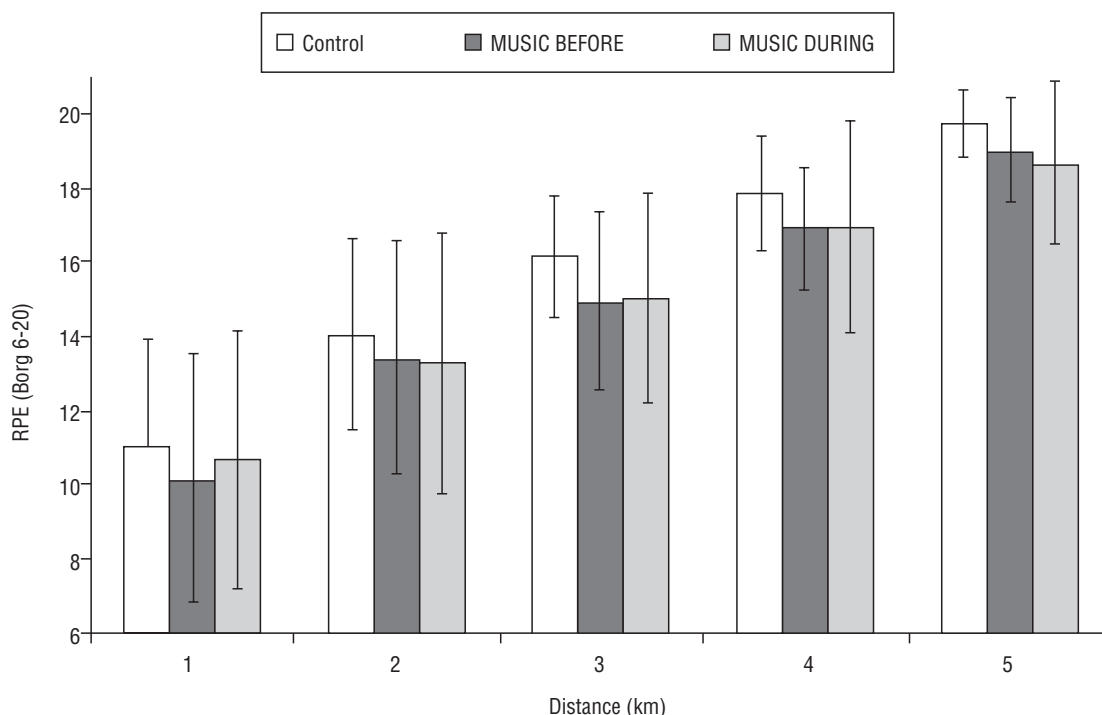


Fig. 3. Rate of perceived exertion during the 5-km time trial (mean [bars], \pm SD [error bars]), $n=10$.

fatigue ($F= 48.473$; $P< 0.001$) and vigor ($F= 16.976$; $P< 0.001$) were significantly altered by the exercise effects, but without statistical difference between experimental conditions (condition vs. moment factor: $F= 0.044$; $P= 0.974$ for fatigue; $F= 0.628$; $P= 0.590$ for vigor). Figure 5 shows that there is 93% in chance to music decrease the slope of perceived exertion if heard before the test, being considered likely to effect when compared with the control condition (MB x C) and 90% when comparing the conditions music during with control (MD x C). When comparing the situations music before and music during (MB x MD), the possibility was found to be trivial, and considered undetermined. Every other variables were also considered undetermined when analyzed by smallest worthwhile change.

Discussion

The main findings of the present study showed that the presence of music had no effects on performance and psychophysiological parameters regardless of the moment of its application (before or during TT5KM). These results were found both to the mean values as well as throughout the TT5KM. Our findings do not support the belief of athletes that listening to music before the competition can increase subsequent performance. The purpose of this study was to verify the effects of music before (warm-up) and during a task similar to actual competitive events. Therefore, the use of a time trial on a cycle simulator is advised due to its good ecological validity, since it shows good accuracy³⁹, reliability (coefficient of variation $<5\%$); and good physiological simulation of actual performance⁴⁰. Earnest and colleagues⁴¹ have showed that during short time trials ($<15\text{km}$) cyclists spend 83% of the event at or above the respiratory compensation threshold. The intensity greater than $92\% \text{HR}_{\text{MAX}}$ (fig. 2)

throughout the protocol demonstrated that our study was able to reproduce a similar competitive situation.

Our results showed that music neither during warm-up only or during exercise only resulted in greater performance (table 2), in agreement with previous studies^{22,42}. However, under similar circumstances, the use of music during warm-up²⁰ and during exercise²³ has shown significantly ergogenic effects, resulting in an augmented performance. The difference in music rhythm, type, volume, as well as time of exposure of subjects from study to study makes it difficult to draw conclusions. These and other aspects of music have been highlighted by Karageorghis and Terry⁸ as crucial for its effects on psychological and physiological states. However, these variables were not controlled in order to maintain the condition as close as possible from what athletes are used to in their daily routines.

All the remaining variables analyzed (i.e., heart rate; RPE; BRUMS) did not show any significant differences between conditions. As expected, RPE and two BRUMS' domains (fatigue and vigour) changed over time (figs. 3 and 5), but in similar fashion in all three conditions, despite that mood states is a singular measure representative of cognition and individual perception of world by each one and modulated every time, suffering influence of many aspects and being an outcome of feelings and emotions³⁴, music was not enough to change in direct or indirect way this variable. These results conflict with previous studies which reported altered heart rate¹⁰ and RPE⁴³. However, differently from the above mentioned studies, we used a high-intensity exercise. Apparently, combined with music and listener's intrinsic factors the effects of music on performance appear to be intensity-dependent^{8,14}. This hypothesis has been suggested by Boutcher & Trenskel⁴⁴ and further developed by Hutchinson and Tenenbaum⁴⁵. The latter hypothesis, based on Rejeski's parallel processing model⁴⁶, states that only a certain amount of information is processed by the brain at a certain time. Thus, in opposition

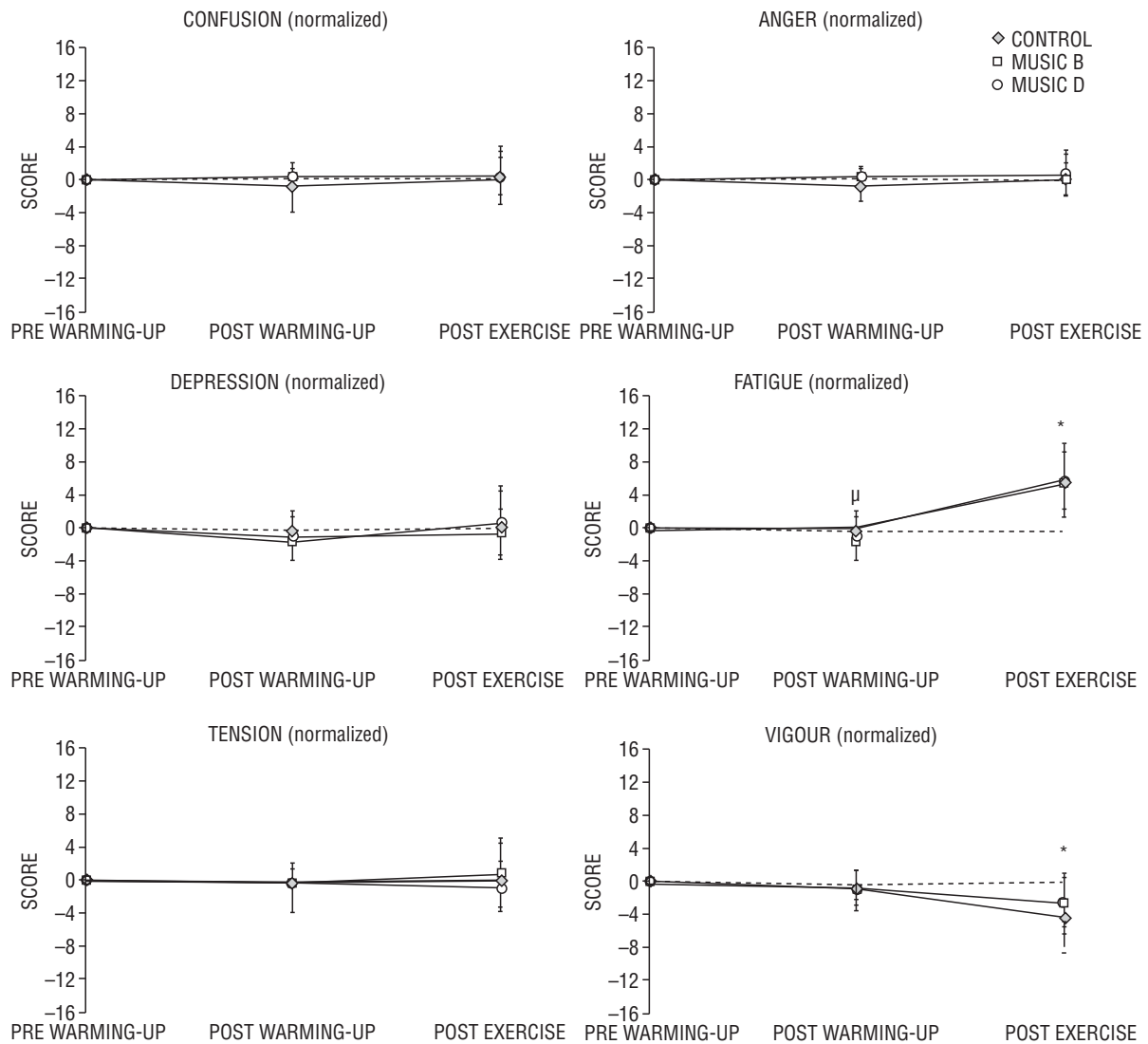


Fig. 4. Change of the BRUMS' subscales in the pre warming-up, post warming-up and post exercise moments.

¹ significant difference in relation to pre warming-up in all conditions ($p < 0,05$);

* significant difference in relation to pre and post warming-up in all conditions ($p < 0,01$).

to high-intensity exercises, low-intensity exercises would enhance the brain's capability to shift its attention from the exercise from load to external stimuli (e.g., music), leading to a reduction in the rate of increase of RPE. Although RPE did not show differences in classical statistics, it showed a probability that music may decrease RPE during and before exercise, being considered likely by the smallest worthwhile change.

Possibly, music was not able to compete with, and alleviate the subjects' effort perception due to the high-intensity nature of the time trial performed. In this type of task, subjects have to focus on maintaining a high power output in order to complete the given distance as fast as possible, in contrast to constant load tests in which subjects do not need to worry about the power output once it is electronically imposed. This difference may be crucial for the central nervous system to focus on effort instead of dividing attention between monitoring of the effort and hear the music. In other way, the expectation of the effects of music during warm-up was due to a motivational capacity of music in bringing good remembrances⁴⁷. Motivation is an important variable to performance that defines how much effort is spent during determined task⁴⁸. The clearest memory is still more obscure than the most nebulous

reality, but the music can act in our brain, bringing these sensations and make us better to do something.

The present study shows some limitations, as considerable performance heterogeneity between the cyclists, low number of subjects and the kind of test that was not a common task they normally practiced. Moreover, the music does not respect the new orientations to insertion: volume, motivational aspects and rhythmic pattern⁴⁹, we opted to follow self selected music to exercise, that is a common option in other studies. Another important aspect is referent to personality that was not contemplated too, being passive to different outcomes when submitted to psychological ergogenics such as music and being clearly capable to be changed according with specific characteristics of each person^{14,50}. It is noteworthy that even that the sample size is considered small, the number matches studies involving the same analyzes^{23,34,41}.

In conclusion, our results showed that regardless the time of application (i.e., before or during exercise), music did not affect performance and psychophysiological parameters during a 5km cycling time trial. Our findings may be explained and support by the intensity-dependent theory^{45,46}. In a practical approach for athletes and future

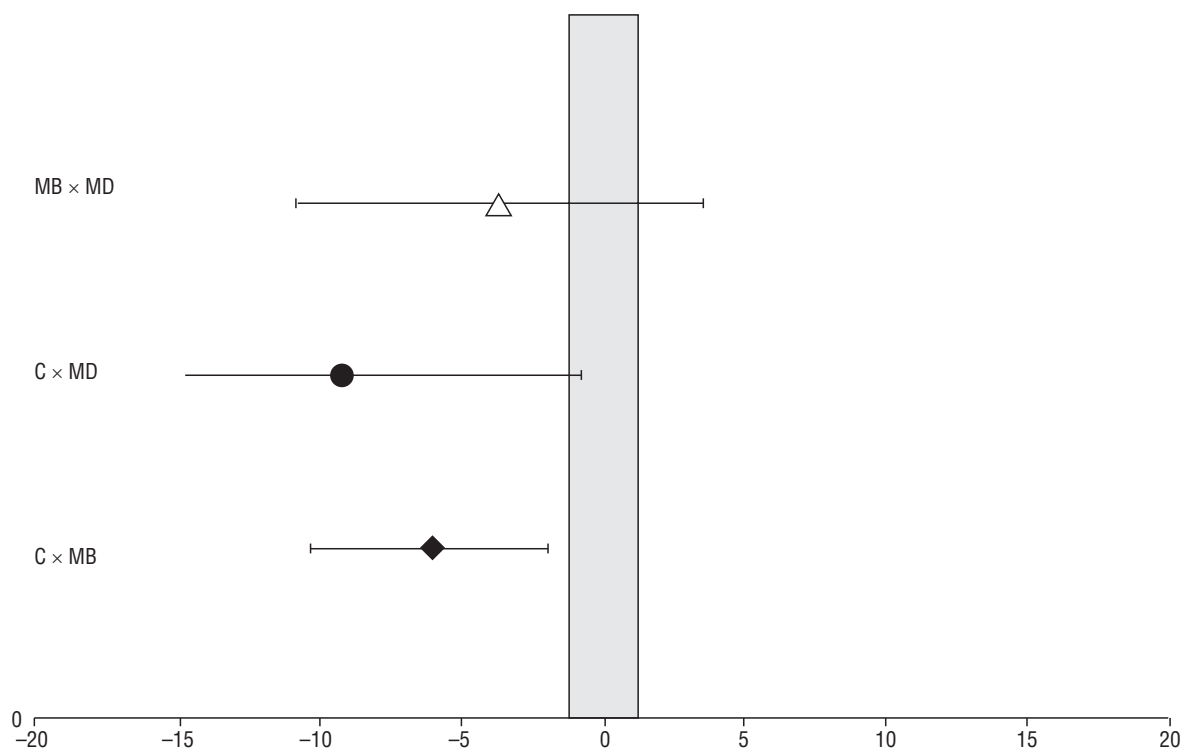


Fig. 5. The Smallest Worthwhile Change to slope of rate of perceived exertion between three conditions: C x MB (0/6/93), C x MD (3/8/90) and MB x MD (10/37/53), n=10.

investigations when using music as an ergogenic feature, some aspects should be taken into account: music loudness⁵¹; preference¹¹ tempo and rhythm⁸. Combined tools (e.g., music and video) are also an option that may be useful in order to improve performance⁵². The difference between fitness levels have also been suggested as a mediator of the effectiveness of music during exercise¹⁵, however further investigation is required. Interesting information regarding the neural network associated with emotional responses to music has been studied⁵³ and future related investigations may be helpful towards a better understanding of the music-brain interaction.

References

- Hopkins WG, Hawley JA, Burke LM. Design and analysis of research on sport performance enhancement. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31:472-85.
- Abbiss CR, Laursen PB. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Med.* 2005;35:865-98.
- Silver MD. Use of ergogenic aids by athletes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001;9:61-70.
- Andreacci JL, LeMura LM, Cohen SL, Urbansky EA, Chelland SA, Von Duvillard SP. The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. *J Sports Sci.* 2002;20:345-52.
- Yarrow K, Brown P, Krakauer JW. Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. *Nat Rev Neurosci.* 2009;10:585-96.
- VandeWalle D, Cron WL, Slocum JW Jr. The role of goal orientation following performance feedback. *J Appl Psychol.* 2001;86:629-40.
- Schmidt L, Cléry-Melin ML, Lafargue G, Valabrègue R, Fossati P, Dubois B, et al. Get aroused and be stronger: emotional facilitation of physical effort in the human brain. *J Neurosci.* 2009;29:9450-7.
- Karageorghis CI, Terry P. The psychophysical effects of music in sport and exercise: a review. *J Sport Behav.* 1997;20:54-68.
- Shaulov N, Lufi D. Music and light during indoor cycling. *Percept Mot Skills.* 2009;108:597-607.
- Szmedra L, Bacharach DW. Effect of music on perceived exertion, plasma lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. *Int J Sports Med.* 1998;19:32-7.
- Nakamura PM, Pereira G, Papini CB, Nakamura FY, Kokubun E. Effects of preferred and nonpreferred music on continuous cycling exercise performance. *Percept Mot Skills.* 2010;110:257-64.
- Mohammadzadeh H, Tartibiyani B, Ahmadi A. The effects of music on the perceived exertion rate and performance of trained and untrained individuals during progressive exercise. *Phys Educ Sport.* 2008;6:67-74.
- Szabo A, Small A, Leigh M. The effects of slow- and fast-rhythm classical music on progressive cycling to voluntary physical exhaustion. *J Sports Med Phys Fitness.* 1999;39:220-5.
- Karageorghis CI, Priest DL. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I). *Int Rev Sport Exerc Psychol.* 2012;5:44-66.
- Brownley KA, McMurray RG, Hackney AC. Effects of music on physiological and affective responses to graded treadmill exercise in trained and untrained runners. *Int J Psychophysiol.* 1995;19:193-201.
- Karageorghis CI, Jones L, Stuart DP. Psychological effects of music tempi during exercise. *Int J Sports Med.* 2008;29:613-9.
- Waterhouse J, Hudson P, Edwards B. Effects of music tempo upon submaximal cycling performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:662-9.
- Copeland BL, Franks BD. Effects of types and intensities of background music on treadmill endurance. *J Sports Med Phys Fitness.* 1991;31:100-3.
- Karageorghis CI, Mouzourides DA, Priest DL, Sasso TA, Morrish DJ, Walley CJ. Psychophysical and ergogenic effects of synchronous music during treadmill walking. *J Sport Exerc Psychol.* 2009;31:18-36.
- Macone D, Baldari C, Zelli A, Guidetti L. Music and physical activity in psychological well-being. *Percept Mot Skills.* 2006;103:285-95.
- Yamamoto T, Ohkuwa T, Itoh H, Kitoh M, Terasawa J, Tsuda T, et al. Effects of pre-exercise listening to slow and fast rhythm music on supramaximal cycle performance and selected metabolic variables. *Arch Physiol Biochem.* 2003;111:211-4.
- Eliakim M, Meckel Y, Nemet D, Eliakim A. The effect of music during warm-up on consecutive anaerobic performance in elite adolescent volleyball players. *Int J Sports Med.* 2007;28:321-5.
- Atkinson G, Wilson D, Eubank M. Effects of music on work-rate distribution during a cycling time trial. *Int J Sports Med.* 2004;25:611-5.
- Hopker J, Coleman D, Passfield L, Wiles J. The effect of training volume and intensity on competitive cyclists' efficiency. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35:17-22.
- Hopker JG, Coleman DA, Wiles JD. Differences in efficiency between trained and recreational cyclists. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2007;32:1036-42.
- Moseley L, Achten J, Martin JC, Jeukendrup AE. No differences in cycling efficiency between world-class and recreational cyclists. *Int J Sports Med.* 2004;25:374-9.

27. Mujika I, Padilla S. Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports Med.* 2001;31:479-87.
28. Silberman MR, Webner D, Collina S, Shiple BJ. Road bicycle fit. *Clin J Sport Med.* 2005;15:271-6.
29. Amann M, Subudhi AW, Foster C. Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2006;16:27-34.
30. Cottin F, Leprêtre PM, Lopes P, Papelier Y, Médigue C, Billat V. Assessment of ventilatory thresholds from heart rate variability in well-trained subjects during cycling. *Int J Sports Med.* 2006;27:959-67.
31. Cottin F, Médigue C, Lopes P, Leprêtre PM, Heubert R, Billat V. Ventilatory thresholds assessment from heart rate variability during an incremental exhaustive running test. *Int J Sports Med.* 2007;28:287-94.
32. Hajoglou A, Foster C, De Koning JJ, Lucía A, Kernozek TW, Porcari JP. Effect of warm-up on cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:1608-14.
33. Lane A, Soos I, Leibinger E, Lweis S, Leibinger E, Karsai I. Validity of the Brunel Mood Scale for Use with UK, Italian and Hungarian Athletes. En: Bakere SR, ed. *Hot Topics in Sports and Athletics.* Nueva York: New Science Publishers Inc; 2008. p. 115-27.
34. Terry PC, Karageorghis CI, Saha AM, D'Auria S. Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *J Sci Med Sport.* 2011;15:52-7.
35. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med.* 1970;2:92-8.
36. Garcin M, Fleury A, Mille-Hamard L, Billat V. Sex-related differences in ratings of perceived exertion and estimated time limit. *Int J Sports Med.* 2005;26:675-81.
37. Marcora SM, Staiano W. The limit to exercise tolerance in humans: mind over muscle? *Eur J Appl Physiol.* 2010;109:763-70.
38. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:3-13.
39. Abbiss CR, Quod MJ, Levin G, Martin DT, Laursen PB. Accuracy of the Velotron ergometer and SRM power meter. *Int J Sports Med.* 2009;30:107-12.
40. Currell K, Jeukendrup AE. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Med.* 2008;38:297-316.
41. Lim HB, Atkinson G, Karageorghis CI, Eubank MR. Effects of differentiated music on cycling time trial. *Int J Sports Med.* 2009;30:435-42.
42. Earnest CP, Foster C, Hoyos J, Muniesa CA, Santalla A, Lucía A. Time trial exertion traits of cycling's Grand Tours. *Int J Sports Med.* 2009;30:240-4.
43. Yamashita S, Iwai K, Akimoto T, Sugawara J, Kono I. Effects of music during exercise on RPE, heart rate and the autonomic nervous system. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006;46:425-30.
44. Boutcher SH, Trenske M. The effects of sensory deprivation and music on perceived exertion and affect during exercise. *J Sport Exerc Psychol.* 1990;12:167-76.
45. Hutchinson JC, Tenenbaum G. Attention focus during physical effort: The mediating role of task intensity. *Psychol Sport Exerc.* 2007;8:233-45.
46. Rejeski WJ. Perceived exertion: an active or passive process? *J Sport Exerc Psychol.* 1985;7:371-8.
47. Montinaro A. The musical brain: myth and science. *World Neurosurg.* 2010;73:442-53.
48. Brehm JW, Self EA. The intensity of motivation. *Annu Rev Psychol.* 1989;40:109-31.
49. Terry PC, Karageorghis CI. Psychophysical effects of music in sport and exercise: An update on theory, research and application. En: Katsikitis M, ed. *Psychology bridging the Tasman: science, culture and practice – Proceedings of the 2006 Joint Conference of the Australian Psychological Society and the New Zealand Psychological Society.* Melbourne, VIC: Australian Psychological Society; 2006. p. 415-9.
50. Jaenes Sánchez JC. Personalidad resistente en deportes. *Rev Andal Med Deporte.* 2009;2:98-101.
51. Edworthy J, Waring H. The effects of music tempo and loudness level on treadmill exercise. *Ergonomics.* 2006;49:1597-610.
52. Barwood MJ, Weston NJV, Thelwell R, Page J. A motivational music and video intervention improves high-intensity exercise performance. *J Sports Sci & Med.* 2009;8:432-5.
53. Blood AJ, Zatorre RJ, Bermúdez P, Evans AC. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nat Neurosci.* 1999;2:382-7.



Original

Asociación entre la condición física relacionada con la salud y la calidad de vida en pacientes diabéticos tipo 2 tratados en atención primaria: un estudio exploratorio en la provincia de Sevilla

R.M. Alfonso-Rosa^a, J.T. del Pozo-Cruz^b, M. Caraballo Daza^c, J. del Pozo-Cruz^{a,d} y B. del Pozo-Cruz^a

^aDepartamento de Educación Física y Deporte. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Sevilla. Sevilla. España.

^bDepartamento de Periodismo II. Facultad de Comunicación. Universidad de Sevilla. Sevilla. España.

^cCentro de Atención Primaria Los Bermejales. Distrito Sur de Sevilla. Sevilla. España.

^dCentro Andaluz de Biología del Desarrollo (CABD-CSIC). Universidad Pablo de Olavide. Sevilla. España.

Historia del artículo:

Recibido el 5 de febrero de 2012

Aceptado el 1 de junio de 2012

Palabras clave:

Función física.
 Pacientes diabéticos.
 Calidad de vida.
 Entorno clínico.
 Nivel de actividad física.

Key words:

Physical function.
 Diabetic patients.
 Quality of life.
 Clinical setting.
 Physical activity level.

Correspondencia:

R.M. Alfonso-Rosa.
 Departamento de Educación Física y Deporte.
 Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad
 de Sevilla.
 C/Pirotecnia s/n.
 41013 Sevilla. España.
 Correo electrónico: roalrosa@gmail.com

RESUMEN

Objetivos. Caracterizar a la población adulta-mayor afectada por diabetes mellitus tipo 2 (DM2) tratada en las consultas de atención primaria en cuanto al nivel de condición física relacionada con la salud (CFRS) y calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), y por otro lado, corroborar si existe relación entre los diferentes test de CFRS y la CVRS.

Método. Se utilizó un diseño transversal observacional de casos y controles para comparar la CFRS y la CVRS (evaluada mediante el cuestionario EQ-5D-3L) entre 42 pacientes con DM2 y 54 pacientes sin DM2, y se estableció la relación existente entre la CFRS y la CVRS en los pacientes con DM2.

Resultados. En cuanto a la CFRS, los pacientes con DM2 obtuvieron mayores resultados en el test de dinamometría manual que sus pares sin dicha afección ($p < 0,025$). Los valores alcanzados en el test *sit and reach* fueron mayores en el grupo control que en el grupo DM2 ($p < 0,001$). No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la CVRS entre ambos grupos. El coeficiente de correlación de Pearson desveló un nivel de correlación de moderado a alto entre los componentes de la CVRS y los test de fuerza, movilidad y equilibrio que componen la CFRS ($p < 0,05$).

Conclusiones. Este estudio muestra la asociación existente entre la CVRS evaluada con el EQ-5D-3L y los test de fuerza, movilidad y equilibrio dinámico en pacientes con DM2 tratados en atención primaria, cualidades vitales para el desarrollo de las actividades de la vida diaria de estos pacientes.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Relationship between Health-Related Fitness and Quality of life in elderly with type 2 diabetes: an exploratory study in the province of Sevilla

Objectives. To characterize the type 2 diabetic (DM2) population treated in primary care consultations in regard of Health-Related Fitness (HRF) and Health-Related Quality of Life (HRQoL), and, on the other hand, to confirm if there is a relationship between HRF and HRQoL in DM2 patients.

Methods. A cross-sectional, observational, case-control study was performed to compare the HRF and HRQoL between 42 DM2 patients and 54 patients without DM2 and the relationship between these two concepts was revealed.

Results. In regard of HRF, statistically significant differences were found in the hand dynamometer test in favor of DM2 patients group ($p = 0,025$) and statistically significant differences were achieved in favor of the reference group in *sit and reach* test ($p = 0,001$). Pearson's correlation coefficient revealed a moderate to high level of correlation between the different dimensions and index of EQ-5D-3L and strength, mobility and balance tests ($p < 0,05$).

Conclusions. This study shows the relationship between EQ-5D-3L components and strength, mobility and balance tests in DM2 patients treated in primary care, key functional capacities to a correct development of daily activities in these patients.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Introducción

La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) se caracteriza por tener una alta prevalencia en la población general y un manejo clínico complejo en el ámbito de la atención primaria (AP)¹, lo que se asocia a un impacto negativo en la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) y a un alto coste socio-económico². Este aumento de la prevalencia se puede atribuir a varias causas: por un lado, a la modificación del criterio diagnóstico de DM2³ y, por otro, al progresivo envejecimiento de la población, unido a los cambios en los estilos de vida, caracterizados por menor actividad física, incremento de comportamientos sedentarios y hábitos dietéticos que favorecen patologías como la obesidad^{4,5}. Encontrar soluciones que ayuden a mejorar la CVRS de los pacientes afectados por DM2 podría ayudar a contener este altísimo impacto socio-económico que la enfermedad presenta en España¹.

Por otro lado, la DM2 se asocia a un impacto negativo en la función física y la movilidad de los pacientes que sufren tal afección⁶. Además, se ha visto que la DM2 se asocia a valores altos de índice de masa corporal y a una capacidad aeróbica reducida⁷. En este contexto, es necesaria una intervención multidisciplinar que, aparte de la terapia farmacológica, incite al paciente a incrementar los niveles de actividad física⁸ para mejorar su condición física relacionada con la salud (CFRS)⁹, minimizar el efecto que la DM2 presenta sobre la funcionalidad de los individuos que la padecen^{6,7} e incrementar los niveles de CVRS de estos pacientes¹⁰.

Estudios previos han mostrado una reducción en los niveles de fuerza de prensión manual^{11,12} y la fuerza en extremidades inferiores¹³ en pacientes con DM2, además de enseñar una reducción en la movilidad asociada a una disminución en los niveles de CVRS¹⁴. Si bien la población estudiada en estas investigaciones fue reclutada desde universidades y hospitales, hasta nuestro conocimiento, no existen datos acerca de los niveles de CFRS y CVRS en pacientes con DM2 tratados en AP, y dado que en su mayoría, los pacientes afectados por DM2 son tratados en las consultas de AP, estos datos pueden servir como referencia de partida para asesorar y orientar intervenciones que pretendan la mejora de la CVRS de estos pacientes en dicho emplazamiento. De hecho, el objetivo de este estudio fue doble: por un lado, caracterizar a la población adulta-mayor afectada por DM2 tratada en las consultas de un centro de AP del sur de Sevilla en cuanto al nivel de CFRS y CVRS y, por

otro lado, comprobar la relación existente entre los diferentes test de CFRS y la CVRS.

Método

Diseño, emplazamiento y consideraciones éticas

Se usó un diseño de casos y controles de tipo transversal observacional comparando a pacientes con DM2 y no afectados por esta afección de edad similar. Se cumplieron las consideraciones éticas para el estudio con humanos declaradas en Helsinki y más tarde revisadas en el año 2004. Se informó a todos los sujetos del propósito del estudio, tanto verbalmente como por escrito. Por parte del especialista en AP, se informó a su vez que eran libres de abandonar el estudio en cualquier momento no teniendo que declarar el motivo necesariamente. Previa inclusión en el estudio, todos los participantes firmaron el documento de consentimiento informado.

Población de estudio

La figura 1 muestra el flujo de participantes en el estudio. La recogida de datos se llevó a cabo en un centro de AP de la provincia de Sevilla, en el sur de España, entre los meses de Abril y Junio del año 2011, intentando limitar al máximo el tiempo invertido en esta acción para garantizar la validez de los resultados obtenidos, minimizando en la medida de lo posible, el efecto de los factores medioambientales y estacionales. De 9 médicos pertenecientes al centro de AP donde se realizó el estudio, uno decidió participar en el mismo, por lo que la población potencialmente elegible fue su cupo de pacientes (150). Finalmente, se incluyeron 96 sujetos voluntarios, de los cuales 42 eran diabéticos y 54 no diabéticos. Los criterios de inclusión fueron: ser sujetos mayores de 55 años en el caso de los hombres y 45 años en el de las mujeres, estar adscritos al centro de AP donde se llevó a cabo el estudio y obtener la valoración positiva hacia la práctica de actividad física, tras la administración del cuestionario PAR-Q¹⁵ por el médico. Los criterios de inclusión específicos para la población diabética fueron: estar diagnosticados de DM2 según los criterios de la Asociación Americana de

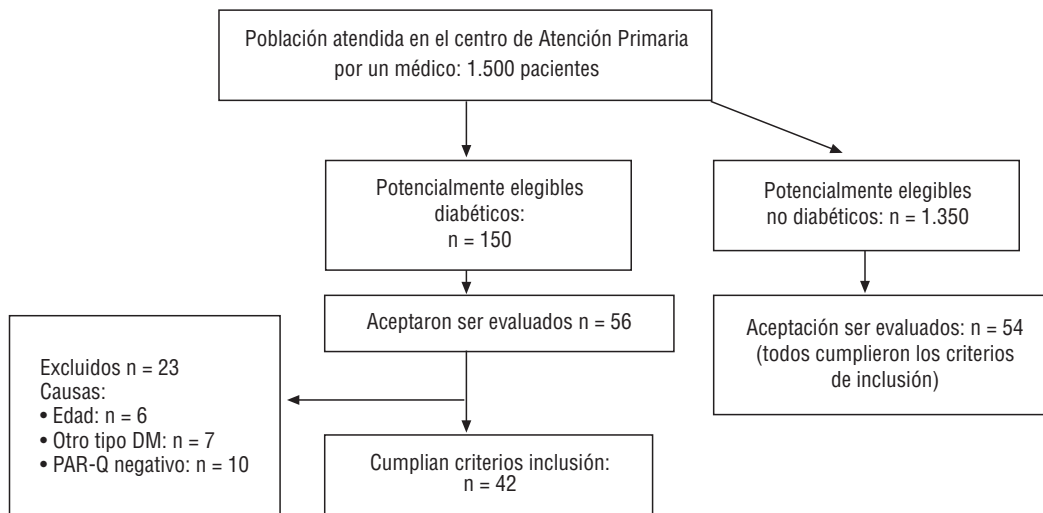


Fig. 1. Flujo de participantes en el estudio.

Diabetes¹⁶, confirmado por el médico, y ser sujetos controlados bajo criterios médicos. En el caso de los sujetos con DM2, fueron excluidos del estudio si tenían otros tipos de diabetes o complicaciones derivadas de su enfermedad (retinopatía, nefropatía, pie diabético). Dichos criterios fueron revisados por el médico. Tanto sujetos con DM2 como no diabéticos fueron excluidos si eran institucionalizados, presentaban algún tipo de deterioro cognitivo u otra enfermedad grave diagnosticada por el especialista de AP.

Medidas

Se recogieron en un cuestionario de elaboración propia las características sociodemográficas, de salud y de hábitos de vida que incluyeron: edad, sexo, hábito tabáquico, hábito alcohólico y número de fármacos que tomaban a diario. Así mismo, se recogieron las características clínicas, que incluyeron: presión arterial sistólica, presión arterial diastólica y frecuencia cardíaca mediante un monitor de presión arterial (OMROM, BK6032). Por otro lado, se recogió el nivel de glucosa en sangre (testado en el laboratorio donde el centro normalmente realiza sus análisis) de todos los participantes en el estudio. Mediante la aplicación del cuestionario internacional de actividad física, en su versión corta española^{17,18}, se evaluó el gasto calórico derivado de actividad física, el nivel de actividad física (bajo o moderado-alto con base en el gasto calórico total de los individuos) y el sedentarismo.

Condición física relacionada con la salud

En la figura 2 se presentan las medidas correspondientes a la evaluación de la CFRS previamente validada y estandarizada en la población adulta mayor española¹⁹. Para la valoración antropométrica, utilizamos como material una báscula de la marca Seca, con una precisión de ± 100 g y un tallímetro de la misma marca, con una precisión de ± 1 mm. Para determinar el índice de masa corporal, se utilizó la fórmula: peso (kg)/estatura² (m). Para evaluar el porcentaje de grasa, se usó un monofrecuencia de la marca Omron BF-300 (OmronHealthcare, Inc EE. UU.) (50 kHz). Para la evaluación de los perímetros corporales, se utilizó una cinta métrica con una precisión de ± 1 mm. Se evaluaron los perímetros de cintura-cadera y se calculó el índice derivado, índice de cintura-cadera (mediante la fórmula perímetro de cintura [cm]/perímetro de cadera [cm]). Todas las mediciones se llevaron a cabo en una habitación con temperatura ambiente agradable (22 ± 2 °C) y de forma individual. Para la evaluación de la fuerza de presión manual, se utilizó un dinamómetro de presión manual digital (TKK 5401, Tokio, Japón). Previo a la evaluación de cada paciente, se ajustó el instrumental al tamaño de la mano. En bipedestación y con el dinamómetro sostenido con la mano dominante, se le pidió al sujeto que flexionara los dedos de la mano con la máxima fuerza posible, manteniendo la posición del dinamómetro en relación con el antebrazo extendido, sin ninguna flexión, extensión o rotación de la mano. Para obtener la puntuación, se anotaron 2 intentos y se anotó el mejor realizado. Para evaluar la resistencia de las extremidades inferiores, se le

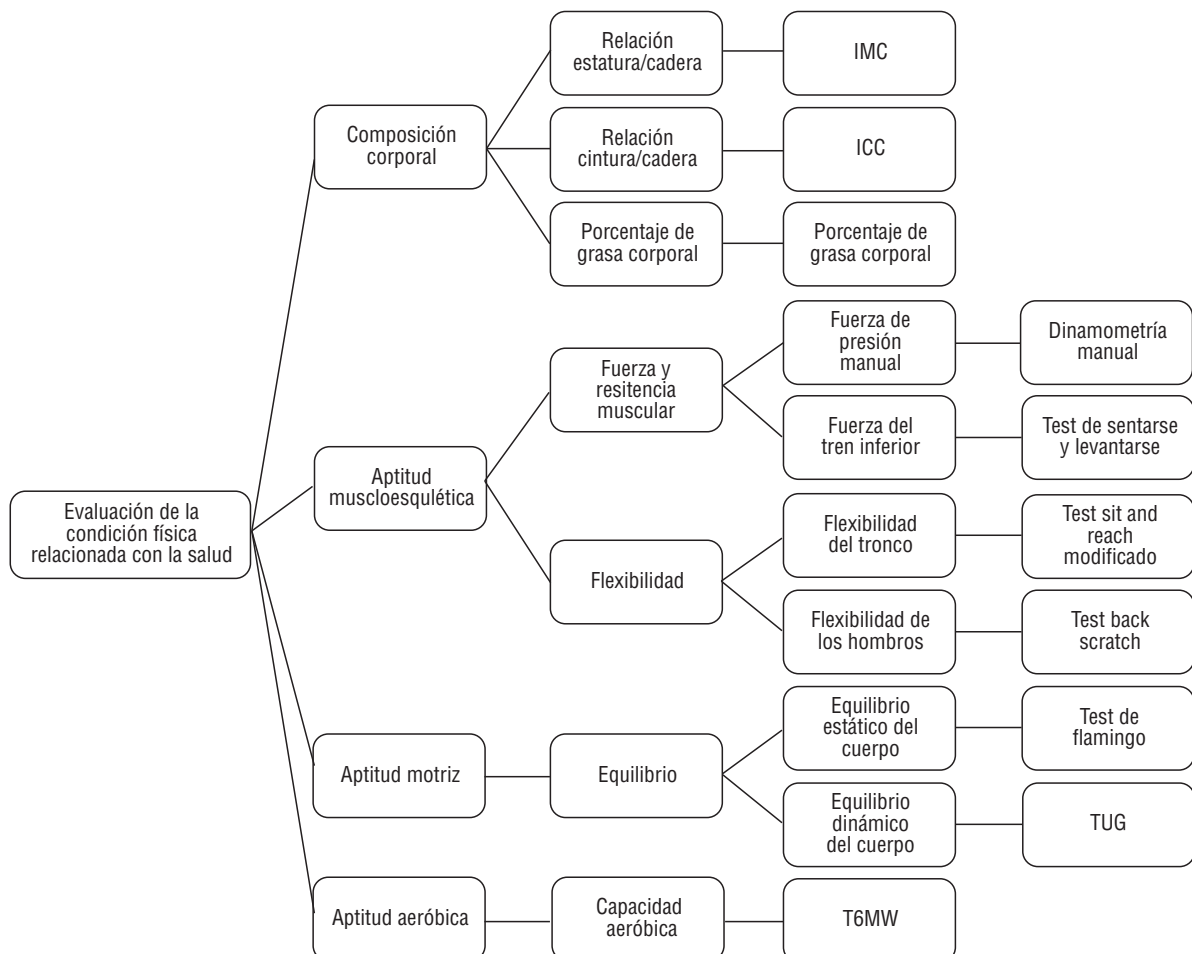


Fig. 2. Evaluación de la condición física relacionada con la salud.

ICC: índice cintura-cadera; IMC: índice de masa corporal; TUG: Time Up and Go Test; T6MW: test de los 6 minutos andando.

pidió al sujeto que se levantase y sentase de una silla (tamaño estándar, 43-44 cm de altura) con los brazos en cruz y pegados al pecho. El sumatorio de veces que el sujeto consiguió esta combinación en 30 segundos se consideró la puntuación de la prueba. Para evaluar la flexibilidad anterior del tronco, se utilizó el test *sit and reach* modificado. Se pidió a los sujetos que se descalzaran y se sentasen en el suelo con las piernas extendidas, las plantas de los pies en contacto con el cajón y apoyando su espalda y cabeza sobre una pared. Se les pidió que extendiesen sus brazos debiendo llevar sus manos al frente y la punta de los dedos en contacto con la pestaña metálica del cajón. En este punto, se marcó el punto de referencia (0). En esa posición, se pidió a los sujetos que flexionaran el tronco todo lo que pudiesen, hasta notar tensión en la parte posterior del cuerpo, y que aguantasen esa posición durante 2 segundos. La puntuación final de la prueba fue la distancia entre la puntuación inicial y la final de las manos (medida en centímetros). Para evaluar la flexibilidad de los hombros (test *back scratch*), se les pidió a los sujetos que, en posición de bipedestación, pusieran una mano doblada detrás de la espalda acercándose lo máximo posible a la columna vertebral y el otro brazo se extiende sobre la cabeza con el codo flexionado y la mano estirada tratando de alcanzar la otra. Se evaluó la prueba con los 2 brazos. La puntuación final fue la distancia vertical entre los dedos mayores de ambas manos. Una distancia fue considerada negativa cuando existía entre los dedos mayores, y se consideró positiva cuando se superponía un dedo sobre el otro. Para valorar el equilibrio estático, se utilizó el test de Flamingo. Se pidió a los sujetos que se pusiesen en apoyo monopodal con los ojos abiertos intentando mantener esa posición durante 30 segundos. Para obtener la puntuación final, se anotó el tiempo en el que el sujeto perdió por primera vez el equilibrio y el número de intentos que necesitó para aguantar 30 segundos tras esa primera vez. Para valorar el equilibrio dinámico, se utilizó el test *Time up and go* (TUG). Desde una posición de sentado en una silla, se pidió a los sujetos que se levantaran y caminasen hasta una señal colocada a 3 metros de la silla y diesen la vuelta hasta volver a sentarse en la misma. La puntuación final se obtuvo contando el tiempo total invertido en la realización de la prueba. Se anotó el mejor de 2 intentos (con un descanso de 10 segundos entre pruebas). Para valorar la capacidad aeróbica, se usó el test de marcha de 6 minutos. Se pidió a los sujetos que anduvieran al máximo de sus posibilidades, pero sin llegar a correr, en un terreno de distancia conocida durante 6 minutos. Se anotó el número de metros recorridos durante el tiempo total de la prueba.

Calidad de vida relacionada con la salud

Para evaluar la CVRS, se utilizó la versión española del cuestionario EQ-5D-3L²⁰. SE trata de un instrumento genérico de medición de la CVRS que puede utilizarse tanto en individuos relativamente sanos (población general) como en grupos de pacientes con diferentes patologías. El propio individuo valora su estado de salud, primero en niveles de gravedad por dimensiones (sistema descriptivo) y luego en una escala visual análoga de evaluación más general que va de 0 (el peor estado de salud) hasta 100 (el mejor estado de salud). Un tercer elemento del EQ-5D-3L es el índice de valores sociales (utilidad) que se obtiene para cada estado de salud generado por el instrumento. El sistema descriptivo contiene 5 dimensiones de salud (movilidad, cuidado personal, actividades cotidianas, dolor/malestar y ansiedad/depresión) y cada una de ellas tiene 3 niveles de gravedad (sin problemas, algunos problemas o problemas moderados y problemas graves). La combinación de los valores de todas las dimensiones genera números de 5 dígitos, con 243 combinaciones (estados de salud) posibles, que pueden utilizarse como perfiles.

Procedimiento

Tras la firma del consentimiento informado, los sujetos fueron citados para la evaluación en 2 días alternos. El primer día, se procedió a la extracción de sangre por parte del profesional correspondiente (se pidió a los sujetos que acudieran a dicha extracción en ayunas) y, tras ello, a la administración de los diferentes cuestionarios usados en el estudio y al registro de las características clínicas. El segundo día de evaluación se procedió a la administración de la batería de *fitness* tras la valoración del perfil antropométrico y de composición corporal en el siguiente orden: dinamometría manual, test de equilibrio estático y dinámico; tras esto, se evaluó el test de sentarse y levantarse, después los test de flexibilidad tanto de hombros como de tronco (en este orden, respectivamente) y, por último, el test de los 6 minutos andando. Entre prueba y prueba se dio un descanso de entre 3 y 5 minutos para favorecer una completa recuperación.

Análisis estadístico

La estadística descriptiva ha sido presentada como media y desviación estándar para las variables continuas, y en términos de porcentajes para las variables categóricas. La normalidad de los datos fue testada inicialmente usando el test de Kolmogorov-Smirnov con corrección de Lilliefors. Las diferencias entre grupos fueron analizadas mediante el test de Student para muestras independientes en las variables continuas con distribución paramétrica y mediante el test U de Mann Whitney para variables de distribución no paramétrica, y se usó el test de chi cuadrado para las variables categóricas. El nivel de correlación fue establecido acorde con el coeficiente de correlación de Spearman atendiendo a las recomendaciones de los expertos^{21,22}. Un nivel comprendido entre 0,1 y 0,29 fue considerado bajo; un nivel de entre 0,3 y 0,49 fue considerado moderado y un nivel mayor de 0,5 fue considerado alto. Para todos los test, el nivel de significación se fijó en $p < 0,05$. Todos los análisis fueron realizados con el paquete estadístico SPSS versión 15.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

Resultados

En la tabla 1 se pueden observar las características socio-demográficas, clínicas, de salud y de hábitos de vida de la población estudiada. Un total de 96 pacientes fueron finalmente incluidos en el estudio, de los cuales 42 fueron pacientes con DM2, con una edad media de 70,31 (6,99) y 54 fueron no diabéticos, con una edad media de 69,56 (7,16). La mayoría de los sujetos eran activos (aproximadamente un 73% de los sujetos en ambos grupos), no consumidores de alcohol y no fumadores. Como era de esperar, se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el número de fármacos que tomaban diariamente ($p = 0,003$) y en el nivel de glucosa en sangre ($p = 0,000$), donde los sujetos con DM2 presentaban mayores niveles que los sujetos no diabéticos.

Condición física relacionada con la salud

La tabla 2 muestra los resultados referentes a la comparación de sujetos con DM2 y sujetos no diabéticos en función de la CFRS. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la fuerza de prensión manual de la mano dominante ($p = 0,026$), siendo mayores los valores encontrados en sujetos con DM2. Por otro lado, se obtuvieron diferencias

Tabla 1
Caracterización de la población de estudio* (n = 96)

Variables	Pacientes con DM2 (n = 42)	Pacientes sin DM2 (n = 54)	P ^{a,b,c}
Características socio-demográficas			
Edad (años)*	70,31 (6,99)	69,56 (7,16)	0,606 ^a
Sexo, mujeres (%)	45,20	63,00	0,083 ^c
Hábitos de vida			
Hábito tabáquico, no fumador (%)	92,90	94,40	0,692 ^c
Consumo bebidas alcohólicas, no toma (%)	78,60	79,60	0,503 ^c
Características clínicas y de salud			
Ingesta de fármacos (número/día)*	5,75 (2,5)	3,59 (3,9)	0,003 ^a
N.º enfermedades**	2,71 (1,2)	2,00 (1,5)	0,016 ^a
Nivel de glucosa en sangre (mg/dl)*	132,67 (25,1)	101,44 (15,5)	0,000 ^a
PAS (mm Hg)*	149,75 (22,2)	142,55 (19,25)	0,225 ^a
PAD (mm Hg)*	78,95 (16,95)	82,65 (11,30)	0,353 ^a
FC (lpp)*	74,06 (14,80)	72,20 (12,72)	0,648 ^a
Hábitos de actividad física (IPAQ)			
Nivel moderado-alto de actividad física (%)	73,80	72,80	0,826 ^c
Gasto calórico (MET)*	3.743,57 (7.777,90)	2.904,88 (3.336,30)	0,477 ^b
Sedentarismo (min)*	2.292,85 (1.006,40)	1.983,33 (1.016,70)	0,141 ^b

*: valores expresados como media (DE); **: dislipemia, obesidad, hipertensión; lpp: número de latidos por minuto; IPAQ: cuestionario internacional de actividad física; porcentaje de sujetos que tienen un nivel de actividad física de moderado a alto según el cuestionario IPAQ; gasto calórico: gasto calórico computado en MET en una semana según el cuestionario IPAQ; sedentarismo: número total de minutos sentado en una semana según el cuestionario IPAQ; P^{a,b,c}: significación estadística procedente del análisis t de Student (a), del análisis U de Mann Whitney (b) o del análisis chi cuadrado (c).

Tabla 2
Comparación de las variables condición física relacionada con la salud en sujetos diabéticos y no diabéticos* (n = 96)

Variables	Pacientes con DM2 (n = 42)	Pacientes sin DM2 (n = 54)	P ^a
Composición corporal			
IMC (kg/m ²)	27,77 (6,6)	29,07 (5,1)	0,378
ICC	0,94 (0,0)	0,92 (0,1)	0,375
Porcentaje de grasa corporal (%)	35,40 (7,4)	35,73 (9,1)	0,883
Aptitud musculo-esquelética			
Fuerza prensión manual mano dominante (kg·m ⁻²)	27,45 (10,5)	21,74 (9,4)	0,025
Levantarse y sentarse (número de veces)	13,85 (2,9)	14,10 (4,6)	0,805
Flexibilidad anterior del tronco (cm)	18,26 (4,97)	22,44 (2,81)	0,001
Flexibilidad hombro derecho (cm)	-9,28 (17,2)	-10,31 (13,1)	0,790
Flexibilidad hombro izquierdo (cm)	-11,51 (19,4)	-17,00 (14,6)	0,208
Aptitud motriz			
Tiempo sin caerse en el test de Flamingo (s)	17,68 (9,7)	18,03 (10,8)	0,897
N.º intentos en el test de Flamingo	2,41 (2,3)	2,30 (2,6)	0,869
TUG (s)	9,48 (4,12)	8,83 (2,21)	0,551
Aptitud aeróbica			
TM6 (m)	501,87 (110,5)	552,69 (148,1)	0,517

*: valores expresados como media (DE); IMC: índice de masa corporal; ICC: índice de cadera-cintura; n.º de intentos en el test de Flamingo: número de intentos que el sujeto necesitó para alcanzar los 30 segundos en la posición pedida; TUG: test de levantarse y andar; T6MW: test de marcha de 6 minutos; levantarse y sentarse: número de veces que se levanta y se sienta en 30 segundos; P^a: significación estadística procedente del análisis t de Student.

estadísticamente significativas en la flexión anterior del tronco ($p = 0,000$), resultando mayores los valores de flexibilidad en sujetos no diabéticos. En el resto de variables no se encontraron diferencias significativas.

Calidad de vida relacionada con la salud

En la tabla 3 podemos observar los resultados derivados de la aplicación del cuestionario EQ-5D-3L. Aunque, por lo general, los sujetos afectados por DM2 reportaron más problemas que los sujetos no diabéticos, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Correlación entre la calidad de vida relacionada con la salud y la condición física relacionada con la salud en pacientes diabéticos tipo 2

Las correlaciones entre la CVRS y la CFRS en pacientes con DM2 se muestran en la tabla 4. Tras la aplicación del coeficiente de correlación de Spearman, en general, se observaron correlaciones entre las dimensiones e índices del cuestionario EQ-5D-3L y los test de fuerza, movilidad y

equilibrio dinámico. El test de fuerza de prensión manual correlacionó de manera negativa con el cuidado personal ($r = -0,398$) y con el dolor/malestar ($r = -0,379$). El test de sentarse y levantarse correlacionó negativamente con las dimensiones: movilidad ($r = -0,581$), cuidado personal ($r = -0,701$) y dolor/malestar ($r = -0,572$). Igualmente, este test correlacionó negativamente con la dimensión ansiedad/depresión ($r = -0,496$) y positivamente con el índice EQ-5D-3L_{utilidad} ($r = 0,521$) y la escala visual analógica ($r = 0,638$). El test TUG correlacionó positivamente con la dimensión movilidad ($r = 0,598$) y negativamente con la dimensión dolor/malestar ($r = 0,511$), al igual que el índice EQ-5D-3L_{utilidad} ($r = 0,441$). Por último, el test de marcha de 6 minutos correlacionó negativamente con las dimensiones de movilidad ($r = -0,736$), actividades cotidianas ($r = -0,815$) y con la escala visual analógica ($r = -0,834$).

Discusión

Pese a la importancia que un estilo de vida activo y una buena condición física tienen sobre el manejo²³ y la CVRS^{24,25} de pacientes con DM2, la

Tabla 3
Comparación de la calidad de vida relacionada con la salud en sujetos diabéticos y no diabéticos medida con el cuestionario EQ-5D-3L* (n = 96)

VARIABLES	Pacientes con DM2 (n = 42)	Pacientes sin DM2 (n = 54)	P ^{a,b}
Movilidad			
No tengo problema para caminar (%)	78,60	77,80	0,665 ^a
Tengo algunos problemas para caminar (%)	16,70	20,40	
Tengo que estar en la cama (%)	4,80	1,90	
Cuidado personal			
No tengo problemas (%)	90,50	94,40	0,491 ^a
Tengo algunos problemas (%)	7,10	5,60	
Soy incapaz (%)	2,40	0,00	
Actividades cotidianas			
No tengo problemas (%)	73,80	81,50	0,662 ^a
Tengo algunos problemas (%)	21,40	14,80	
Soy incapaz (%)	4,80	3,70	
Dolor/malestar			
No tengo dolor ni malestar (%)	45,20	46,30	0,987 ^a
Tengo moderado dolor o malestar (%)	40,50	38,90	
Tengo mucho dolor o malestar (%)	14,30	14,80	
Ansiedad/depresión			
No estoy ansioso ni deprimido (%)	47,60	66,70	0,150 ^a
Estoy moderadamente ansioso o deprimido (%)	33,30	18,50	
Estoy muy ansioso o deprimido (%)	19,00	14,80	
EQ-5D-3L _{utilidad} (puntos)*	0,57 (0,30)	0,67 (0,20)	0,158 ^b
EVA (mm)*	71,08 (13,60)	70,58 (19,20)	0,895 ^b

*: valores expresados como media (DE); P^{a,b}: significación estadística procedente del análisis chi cuadrado (a) o t de Student (b).

Tabla 4
Coeficiente de correlación de Spearman entre la condición física relacionada con la salud y la calidad de vida relacionada con la salud en los pacientes diabéticos participantes en el estudio (n = 42)

Dimensiones e índices del EQ-5D-3L	Fuerza de prensión manual	Levantarse y sentarse (número de veces)	Flexibilidad anterior del tronco	Flexibilidad hombro derecho	Flexibilidad hombro izquierdo	Tiempo sin caerse en el test de Flamingo	N.º intentos en el test de Flamingo	TUG	T6MW
Movilidad	-0,253	-0,581**	-0,068	0,100	-0,143	0,089	-0,086	0,598**	-0,736*
Cuidado personal	-0,399*	-0,723**	-0,339	0,240	0,039	0,170	-0,139	0,417	-0,916
Actividades cotidianas	-0,290	-0,406	0,154	0,006	-0,316	-0,111	0,007	0,282	-0,815*
Dolor/malestar	-0,379*	-0,572**	0,051	0,081	-0,373	-0,140	0,104	0,511*	-0,458
Ansiedad/depresión	0,003	-0,498*	-0,202	0,263	0,075	0,062	-0,086	0,085	-0,679
EQ-5D-3L _{utilidad}	0,129	0,521*	0,121	-0,263	0,217	0,222	-0,161	-0,441*	0,924
EVA	-0,176	0,634**	0,423	-0,196	-0,169	0,071	-0,145	0,024	-0,834**

N.º de intentos en el test de Flamingo: número de intentos que el sujeto necesitó para alcanzar los 30 segundos en la posición pedida; TUG: test de levantarse y andar; T6MW: test de 6 minutos andando; levantarse y sentarse: número de veces que se levanta y se sienta en 30 segundos; EVA: escala visual analógica; *p < 0,01; **p < 0,001.

relación existente entre la CVRS y la CFRS está poco estudiada en esta población^{10,26}. Como novedad, este estudio caracteriza y establece el tipo de relación existente entre la CVRS evaluada mediante el cuestionario EQ-5D-3L y la CFRS en pacientes afectados por DM2 tratados en atención primaria. El principal hallazgo de este estudio fue encontrar la relación positiva entre CVRS y fuerza, movilidad y equilibrio dinámico en estos pacientes, capacidades con alto impacto en la independencia de los individuos para la realización de actividades diarias básicas, como subir o bajar escaleras, andar, cuidado personal o las relaciones sociales.

Uno de los principales objetivos en el manejo de la DM2 es la reducción del porcentaje de grasa corporal²⁷, ya que ésta se encuentra asociada a la intolerancia a la glucosa y a la resistencia a la insulina, características propias de la DM2²⁸, sobre todo la grasa abdominal²⁹. En este sentido, la actividad física se convierte en la gran aliada junto con la dieta en programas de reducción de peso satisfactorios en pacientes con DM2³⁰. En nuestro estudio no se hallaron diferencias en el índice de masa corporal, índice de cadera-cintura o porcentaje de grasa entre pacientes diabéticos y no diabéticos. Estos resultados son consistentes con los hallados por Ozdirenc et al¹¹, aunque estos autores sí reportaron diferencias entre pacientes con DM2 y sujetos sanos en cuanto al porcentaje graso. Otros estudios han encontrado esta misma diferencia entre pacientes diabéticos y sujetos sanos³¹, aunque otros factores como el proceso de envejeci-

miento³² o el nivel de actividad física³³ de los sujetos pueden hacer que se igualen los niveles de grasa corporal.

Por otro lado, la literatura científica sustenta el déficit en la función muscular que presentan los pacientes diabéticos^{34,35}, posiblemente debido a una función mitocondrial y del metabolismo de los ácidos grasos anormal³⁶, aunque uno de los mecanismos centrales explicativos de la reducción de la función muscular es la falta de actividad física en los pacientes afectados por DM2¹⁰. La determinación de la fuerza de prensión manual ha sido utilizada como un indicador general del estado de fuerza de los individuos³⁷ y se ha asociado al estado nutricional y al riesgo de mortalidad en poblaciones clínicas³⁸. Los estudios de Ozdirenc et al¹¹ y Cetinus et al¹² encontraron niveles de fuerza de prensión más bajos en pacientes con DM2 en comparación con sujetos sanos. En contraposición, los pacientes con DM2 evaluados en nuestro estudio reportaron valores superiores en comparación con sus pares sin DM2. Pese a que en nuestro estudio no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al género, en el grupo de pacientes con DM2 hubo un 45% de mujeres, mientras que en el grupo control hubo un 63%, hecho que pudo influir en los valores hallados en la dinamometría manual. De hecho, el género es uno de los factores que más pueden influir en los valores de fuerza manual de los individuos. Tanto Mathiowetz et al³⁹ como Balogun et al⁴⁰ reportaron valores superiores en la fuerza de pren-

sión manual en hombres comparados con mujeres, diferencia que es consistente también en población con DM2^{12,41,42}. Por otro lado, si bien el nivel de actividad física fue similar en ambos grupos, el tipo de entrenamiento pudo también influir en los niveles de fuerza manual en los pacientes con DM2²⁷, aunque nosotros no podemos determinar si esta fue la causa de la diferencia hallada, pues no controlamos el tipo de entrenamiento de los sujetos participantes en nuestro estudio.

El entrenamiento de la flexibilidad es una parte muy importante dentro de la CFRS para mantener el máximo rango de movimiento de las articulaciones, afectado particularmente en pacientes con DM2, principalmente derivado de un endurecimiento de los tejidos conectivos periarticulares por la acción glicémica articular propia de esta afección⁴³, lo que a su vez reduce la movilidad articular en estos pacientes^{44,45}. Este hecho se ve reforzado por otro estudio que evaluó la flexibilidad en pacientes con DM2 en comparación con pacientes sanos de la misma edad, reportando que los pacientes con DM2 obtuvieron valores significativamente menores que sus pares sin DM2¹¹, idea que es consistente con los datos derivados de nuestro estudio. Por otro lado, un entrenamiento específico de flexibilidad, solo o en combinación con otras modalidades de entrenamiento, puede mejorar dicha cualidad en mayores de 65 años⁴⁶, también con DM2⁴⁷. Aunque no lo podemos contrastar con nuestros datos, el hecho de que los pacientes evaluados no siguieran un entrenamiento específico de flexibilidad pudo explicar, al menos en parte, la disminución en los niveles de esta cualidad evaluada mediante el test *sit and reach* en los pacientes con DM2. Futuros estudios son necesarios para contrastar si el nivel de actividad física y el tipo de entrenamiento seguido pueden influir en las capacidades de fuerza y flexibilidad de los pacientes con DM2.

Pero el fin último es la mejora de la CVRS de los pacientes con DM2¹. En nuestro estudio, no hallamos diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la CVRS evaluada mediante el cuestionario genérico EQ-5D-3L, encontrándose todos los sujetos evaluados dentro de los valores normativos establecidos para población española tratada en AP⁴⁸. Dos razones podrían avalar estos hallazgos; por un lado, los pacientes con DM2 controlados por médicos generalistas (como en nuestro caso) presentan una mayor puntuación en estas escalas, debido al propio control médico^{49,50} y, en segundo lugar, el impacto positivo que el nivel de actividad física tiene sobre el nivel de CFRS con el consecuente impacto que éste presenta sobre la CVRS⁹. Como novedad, nuestros resultados confirman este hecho en pacientes con DM2 tratados en AP, ya que encontramos una asociación entre valores positivos en la CVRS evaluada con el EQ-5D-3L y los test de fuerza, movilidad y equilibrio dinámico, cualidades fundamentales para el correcto desarrollo de las actividades de la vida diaria en estos pacientes. Estos datos confirman, además, los hallazgos de otro estudio internacional que correlacionó la CVRS evaluada mediante el cuestionario SF-36 y la movilidad en pacientes con DM2¹⁰ y resaltan la importancia del nivel de CFRS en la mejora de la CVRS en estos pacientes.

Este estudio presenta ciertas limitaciones que necesitan ser discutidas para un total entendimiento del mismo. En cuanto a la validez interna, si bien el uso de las medidas no objetivas para la evaluación de la cantidad de gasto calórico y sedentarismo ha sido discutido en la literatura científica debido al hecho de que puede sobrestimar los niveles de actividad física⁵¹, este tipo de medidas han sido propuestas por la Organización Mundial de la Salud como válidas y fiables para tal evaluación y lo que es más importante, por su sencillez son aplicables a grandes poblaciones⁵². Por otro lado, si bien la valoración de la CVRS en pacientes con DM2 mediante instrumentos genéricos puede subestimar el impac-

to que esta enfermedad pueda tener sobre la misma, es la única forma de poder comparar entre sí y evaluar el impacto que diferentes enfermedades puedan tener sobre la CVRS de diferentes tipos de población. De hecho, por los propósitos de este estudio no se utilizó un cuestionario específico de la CVRS en pacientes con DM2 puesto que nuestro objetivo fue comparar pacientes afectados con DM2 y sin dicha afección. La validez externa necesita también ser reconocida. Aunque el tipo de diseño utilizado puede limitar en parte la generalización de los datos, las características socio-demográficas son similares a las de otros estudios poblacionales encontrados^{53,54}. Además, por el tipo de diseño utilizado no es posible establecer relaciones de causalidad entre las variables de nuestro estudio. Son necesarios futuros estudios longitudinales en población diabética en emplazamiento clínico de AP para corroborar nuestros resultados. Dada la escasez de datos desagregados con base en el nivel de actividad física referidos a CVRS y CFRS en población diabética, son necesarios futuros estudios para determinar la influencia que el nivel de actividad física y el tipo de entrenamiento puedan tener sobre la CVRS y la CFRS en estos pacientes.

Como conclusión, este estudio muestra la asociación existente entre la CVRS evaluada con el EQ-5D-3L y los test de fuerza, movilidad y equilibrio dinámico en pacientes con DM2 tratados en AP. Además, no existen diferencias entre pacientes con DM2 y sus pares sin DM2 en cuanto a la CVRS ni en lo referido a la CFRS, a excepción de las pruebas de dinamometría manual, donde los pacientes con DM2 presentan mayores resultados que sus pares sin DM2; sin embargo, sí existen tales diferencias con la prueba de flexibilidad evaluada mediante el test *sit and reach*. De esta investigación se deriva la importancia que el nivel de actividad física presenta en cuanto a los niveles de CFRS de pacientes con DM2 tratados en AP y su influencia en los niveles de CVRS, lo que puede ayudar al manejo de estos pacientes y a contener el altísimo impacto que esta enfermedad supone en nuestro país¹. En este sentido, el trabajo de la fuerza y la flexibilidad es imperante para minimizar el impacto que la DM2 pueda tener sobre la funcionalidad de los individuos que la padecen.

Agradecimientos

A los autores del presente trabajo les gustaría agradecer la colaboración prestada por el Centro de Salud Los Bermejales por financiar parcialmente este proyecto, en especial a su director, Dr. D. Julio Rojas, por el apoyo institucional prestado, y a la enfermera Dña. Carmen Cruz Muñoz, por su labor técnica en este proyecto. Así mismo, a los autores del presente manuscrito les gustaría agradecer la colaboración de cada uno de los participantes en el estudio.

Bibliografía

1. Mata M, Antoñanzas F, Tafalla M, Sanz P. The cost of type 2 diabetes in Spain: the CODE-2 study. *Gac Sanit.* 2002;16:511-20.
2. González P, Faure E, Del Castillo A; Grupo de Trabajo para el Estudio del Coste de la Diabetes. Cost of diabetes mellitus in Spain. *Med Clin (Barc).* 2006;127:776-84.
3. Drouin P, Blicke JF, Charbonnel B, Eschwege E, Guillausseau PJ, Plouin PF, et al. Diagnosis and classification of diabetes mellitus: the new criteria. *Diabetes Metab.* 1999;25:72-83.
4. Eckel RH, Kahn R, Robertson RM, Rizza RA. Preventing cardiovascular disease and diabetes: a call to action from the American Diabetes Association and the American Heart Association. *Circulation.* 2006;113:2943-6.
5. Smith SC Jr. Multiple risk factors for cardiovascular disease and diabetes mellitus. *Am J Med.* 2007;120(3 Suppl 1):S3-11.

6. Martínez-Huedo MA, López de Andrés A, Hernández-Barrera V, Palacios-Ceña D, Carrasco-Garrido P, Hernández DM, et al. Trends in the prevalence of physical and functional disability among Spanish elderly suffering from diabetes (2000-2007). *Diabetes Res Clin Pract.* 2011;94:e30-3.
7. Beamer BA. Exercise to prevent and treat diabetes mellitus. *Phys Sportsmed.* 2000;28:85-6.
8. Magkos F, Yannakoulia M, Chan JL, Mantzoros CS. Management of the metabolic syndrome and type 2 diabetes through lifestyle modification. *Annu Rev Nutr.* 2009;29:223-56.
9. Castillo-Garzón MJ, Ruiz JR, Ortega FB, Gutiérrez A. Anti-aging therapy through fitness enhancement. *Clin Interv Aging.* 2006;1:213-20.
10. Ijzerman TH, Schaper NC, Melai T, Meijer K, Willems PJ, Savelberg HH. Lower extremity muscle strength is reduced in people with type 2 diabetes, with and without polyneuropathy, and is associated with impaired mobility and reduced quality of life. *Diabetes Res Clin Pract.* 2012;95:345-51.
11. Ozdirenç M, Biberöflu S, Özcan A. Evaluation of physical fitness in patients with Type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* 2003;60:171-6.
12. Cetinus E, Buyukbese MA, Uzel M, Ekerbicer H, Karaoguz A. Hand grip strength in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Res Clin Pract.* 2005;70:278-86.
13. Andersen H, Nielsen S, Mogensen CE, Jakobsen J. Muscle strength in type 2 diabetes. *Diabetes.* 2004;53:1543-8.
14. Gregg EW, Beckles GL, Williamson DF, Leveille SG, Langlois JA, Engelgau MM, et al. Diabetes and physical disability among older U.S. adults. *Diabetes Care.* 2000;23:1272-7.
15. Shephard RJ. PAR-Q. Canadian Home Fitness Test and exercise screening alternatives. *Sports Med.* 1988;5:185-95.
16. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care.* 2011;34 Suppl 1:S62-9.
17. Hallal PC, Victora CG. Reliability and validity of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:556.
18. Martínez-González MA, López-Fontana C, Varo JJ, Sánchez-Villegas A, Martínez JA. Validation of the Spanish version of the physical activity questionnaire used in the Nurses' Health Study and the Health Professionals' Follow-up Study. *Public Health Nutr.* 2005;8:920-7.
19. Gusi N, Prieto J, Olivares PR, Delgado S, Quesada F, Cebrián C. Normative Fitness Performance Scores of Community-Dwelling Older Adults in Spain. *J Aging Phys Act.* 2012;20:106-26.
20. EuroQol - a new facility for the measurement of health-related quality of life. The EuroQol Group. *Health Policy.* 1990;16:199-208.
21. Bartko JJ, Pulver AE, Carpenter WT Jr. The power of analysis: statistical perspectives. Part 2. *Psychiatry Res.* 1988;23:301-9.
22. Pulver AE, Bartko JJ, McGrath JA. The power of analysis: statistical perspectives. Part 1. *Psychiatry Res.* 1988;23:295-9.
23. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al; American College of Sports Medicine; American Diabetes Association. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care.* 2010;33:2692-6.
24. Williamson DA, Rejeski J, Lang W, Van Dorsten B, Fabricatore AN, Toledo K; Look AHEAD Research Group. Impact of a weight management program on health-related quality of life in overweight adults with type 2 diabetes. *Arch Intern Med.* 2009;169:163-71.
25. Bennett WL, Ouyang P, Wu AW, Barone BB, Stewart KJ. Fatness and fitness: how do they influence health-related quality of life in type 2 diabetes mellitus? *Health Qual Life Outcomes.* 2008;6:110.
26. Van Schie CH. Neuropathy: mobility and quality of life. *Diabetes Metab Res Rev.* 2008;24 Suppl 1:S45-51.
27. Zanuso S, Jiménez A, Pugliese G, Corigliano G, Balducci S. Exercise for the management of type 2 diabetes: a review of the evidence. *Acta Diabetol.* 2010;47:15-22.
28. Jacob S, Machann J, Rett K, Brechtel K, Volk A, Renn W, et al. Association of increased intramyocellular lipid content with insulin resistance in lean nondiabetic offspring of type 2 diabetic subjects. *Diabetes.* 1999;48:1113-9.
29. Otto-Buczkowska E, Jarosz-Chobot P, Deja G. Early metabolic abnormalities—insulin resistance, hyperinsulinemia, impaired glucose tolerance and diabetes, in adolescent girls with polycystic ovarian syndrome. *Przegl Lek.* 2006;63:234-8.
30. Ramachandran A, Snehalatha C. Diabetes prevention programs. *Med Clin North Am.* 2011;95:353-72, viii.
31. Walker KZ, Piers LS, Putt RS, Jones JA, O'Dea K. Effects of regular walking on cardiovascular risk factors and body composition in normoglycemic women and women with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 1999;22:555-61.
32. Chittawatanarat K, Pruenglampoo S, Kongsawasdi S, Chuatrakoon B, Trakulhoon V, Ungpinitpong W, et al. The variations of body mass index and body fat in adult Thai people across the age spectrum measured by bioelectrical impedance analysis. *Clin Interv Aging.* 2011;6:285-94.
33. Church T. Exercise in obesity, metabolic syndrome, and diabetes. *Prog Cardiovasc Dis.* 2011;53:412-8.
34. Chiu CJ, Wray LA, Ofstedal MB. Diabetes-related change in physical disability from midlife to older adulthood: evidence from 1996-2003 Survey of Health and Living Status of the Elderly in Taiwan. *Diabetes Res Clin Pract.* 2011;91:413-23.
35. Bruce DG, Davis WA, Davis TM. Longitudinal predictors of reduced mobility and physical disability in patients with type 2 diabetes: the Fremantle Diabetes Study. *Diabetes Care.* 2005;28:2441-7.
36. Womack L, Peters D, Barrett EJ, Kaul S, Price W, Lindner JR. Abnormal skeletal muscle capillary recruitment during exercise in patients with type 2 diabetes mellitus and microvascular complications. *J Am Coll Cardiol.* 2009;53:2175-83.
37. Sunderland A, Tinson D, Bradley L, Hewer RL. Arm function after stroke. An evaluation of grip strength as a measure of recovery and a prognostic indicator. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1989;52:1267-72.
38. Phillips P. Grip strength, mental performance and nutritional status as indicators of mortality risk among female geriatric patients. *Age Ageing.* 1986;15:53-6.
39. Mathiowetz V, Kashman N, Volland G, Weber K, Dowe M, Rogers S. Grip and pinch strength: normative data for adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1985;66:69-74.
40. Balogun JA, Akomolafe CT, Amusa LO. Grip strength: effects of testing posture and elbow position. *Arch Phys Med Rehabil.* 1991;72:280-3.
41. Wander PL, Boyko EJ, Leonetti DL, McNeely MJ, Kahn SE, Fujimoto WY. Greater hand-grip strength predicts a lower risk of developing type 2 diabetes over 10 years in leaner Japanese Americans. *Diabetes Res Clin Pract.* 2011;92:261-4.
42. Wallymahmed ME, Morgan C, Gill GV, MacFarlane IA. Aerobic fitness and hand grip strength in Type 1 diabetes: relationship to glycaemic control and body composition. *Diabet Med.* 2007;24:1296-9.
43. Aoki Y, Yazaki K, Shirotori K, Yanagisawa Y, Oguchi H, Kiyosawa K, et al. Stiffening of connective tissue in elderly diabetic patients: relevance to diabetic nephropathy and oxidative stress. *Diabetologia.* 1993;36:79-83.
44. Balci N, Balci MK, Tüzüner S. Shoulder adhesive capsulitis and shoulder range of motion in type II diabetes mellitus: association with diabetic complications. *J Diabetes Complications.* 1999;13:135-40.
45. Arkkila PE, Kantola IM, Viikari JS. Limited joint mobility in non-insulin-dependent diabetic (NIDDM) patients: correlation to control of diabetes, atherosclerotic vascular disease, and other diabetic complications. *J Diabetes Complications.* 1997;11:208-17.
46. Fatourous IG, Taxildaris K, Tokmakidis SP, Kalapotharakos V, Aggelousis N, Athanasopoulos S, et al. The effects of strength training, cardiovascular training and their combination on flexibility of inactive older adults. *Int J Sports Med.* 2002;23:112-9.
47. Herriott MT, Colberg SR, Parson HK, Nunnold T, Vinik AI. Effects of 8 weeks of flexibility and resistance training in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 2004;27:2988-9.
48. Mata Cases M, Roset Gamisans M, Badía Llach X, Antoñanzas Villar F, Ragel Alcázar J. Effect of type-2 diabetes mellitus on the quality of life of patients treated at primary care consultations in Spain. *Aten Primaria.* 2003;31:493-9.
49. Senez B, Felicioli P, Moreau A, Le Goaziou MF. Quality of life assessment of type 2 diabetic patients in general medicine. *Presse Med.* 2004;33:161-6.
50. Mena Martín FJ, Martín Escudero JC, Simal Blanco F, Bellido Casado J, Carretero Ares JL. Type 2 diabetes mellitus and health-related quality of life: results from the Horteiga Study. *An Med Interna.* 2006;23:357-60.
51. Gimeno-Santos E, Frei A, Dobbels F, Rüdell K, Puhon MA, García-Aymerich J; PROactive consortium. Validity of instruments to measure physical activity may be questionable due to a lack of conceptual frameworks: a systematic review. *Health Qual Life Outcomes.* 2011;9:86.
52. Rütten A, Abu-Omar K. Prevalence of physical activity in the European Union. *Soz Präventivmed.* 2004;49:281-9.
53. Vázquez VC, González LM, Ruiz EM, Isidoro JM, Ordóñez MS, García CS. Assessment of health outcomes in the type 2 diabetes process. *Aten Primaria.* 2011;43:127-33.
54. López-García E, Banegas JR, Graciani Pérez-Regadera A, Gutiérrez-Fisac JL, Alonso J, Rodríguez-Artalejo F. Population-based reference values for the Spanish version of the SF-36 Health Survey in the elderly. *Med Clin (Barc).* 2003;120:568-73.



Original

ARTÍCULO EN INGLÉS

Dermatoglyphics in Sports Sciences: Understanding the distribution of quantitative indicators in non-athletes and athletes of basketball according to their performance

J.P. Borin^a, C.R. Padovani^b, F.F. Aragon^b and A. Gonçalves^c

^aDepartments of Sports Sciences. Physical Education College. Campinas State University. São Paulo. Brasil.

^bDepartments of Bioestatistics. Biosciences Institute. São Paulo State University. São Paulo. Brasil.

^cEpidemiology and Health Research Group. Faculty of Medicine. Campinas Catholic University. São Paulo. Brasil.

History of the article:

Received January 29, 2012

Accepted April 17, 2012

Key words:

Dermatoglyphics.

Athletes.

Basketball.

Quantitative indicators.

Palabras clave:

Dermatoglifos.

Atletas.

Baloncesto.

Indicadores cuantitativos

ABSTRACT

Objectives. One of the concerns of Sports Sciences is the search for methodologies that can help discover potential athletes. In this sense, some initiatives have been taken in an attempt to identify and characterize the genetic profile of dermatoglyphic marks (fingerprints). The present work has the objective of understanding the distribution of quantitative dermatoglyphic indicators in basketball players with different levels of performance compared to non-players.

Methods. The subjects observed constituted 125 individuals, divided into five numerically equal groups, three of which were composed of professional basketball players according to their level of participation (Brazilian Team, National Championship and São Paulo Championship) and the last two formed by weekend players and non-players, respectively. Eleven dermatoglyphic variables were analysed in the descriptive level by means of measurement of position, variability and limits of confidence of the median, and, in inferential terms, the Kruskal-Wallis statistical test was adopted.

Results. The more expressive ones were: TRC, counting lines a-b and A'-d, behave differently between athletes and non-athletes.

Conclusion. Studies about this kind of analysis should be continued, calling on resources that take into consideration all variables simultaneously as a multivariate study.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

RESUMEN

Dermatoglifos en ciencias del deporte: entender la distribución de los indicadores cuantitativos en no atletas y atletas de baloncesto de acuerdo con su desempeño

Objetivo. Una de las preocupaciones de las ciencias del deporte es buscar metodologías que puedan ayudar a descubrir atletas en potencia. En este sentido, algunas iniciativas se han llevado a cabo con la intención de identificar y caracterizar el perfil genético de las marcas dermatoglíficas (huellas dactilares). El presente trabajo tiene como objetivo entender la distribución cuantitativa de indicadores dermatoglíficos en jugadores de baloncesto con diferentes niveles de rendimiento, en comparación con los no jugadores.

Métodos. Los sujetos observados fueron 125, divididos en 5 grupos numéricamente iguales, 3 de los cuales estaban compuestos por jugadores profesionales de baloncesto, de acuerdo con su nivel de participación (la selección de Brasil, Campeonato Nacional y campeonato Paulista), los 2 últimos grupos formados por jugadores de fin de semana y no jugadores, respectivamente. Fueron colectadas 11 variables dermatoglíficas (TRC y en las manos derecha e izquierda, las líneas ab y A'-d, el ángulo atd, ulnar e índice combinado) que fueron analizadas a nivel descriptivo, a través de las medidas de variabilidad y dispersión, y los límites de confianza de la mediana, y, en términos inferenciales, fue adoptada la prueba estadística de Kruskal-Wallis.

Resultados. Los más significativos fueron el TRC y contar las líneas ab y A'-d con comportamiento diferente entre los atletas y no atletas.

Conclusion. A estudios sobre este tipo de análisis, se les debe dar continuidad, principalmente por la utilización de los recursos que consideran todas las variables simultáneamente, como el estudio multivariado.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondence:

Aguinaldo Gonçalves Rua.

E-mail: aguinaldogon@uol.com.br

Introduction

Today, one of the concerns of Sports Sciences is the search for methodologies that can help discover potential athletes. Despite the small advance noticed, some isolated situations have been optimised in the attempt to find talented young people, as in programs elaborated in Cuba and by the Cologne School in Germany¹.

Some limitations and difficulties have been observed in different proposals because of the influence of different factors like cultural characteristics, policy priorities, small use of efficient statistical models and precipitation in analysing results, which could interfere positively as well as negatively. With regard to this, Platonov, Fessenko² point out that discovery as well as orientation do not always occur at the same time, in one or other stage of improvement, but actually are part of the overall career.

It is immediately evident that we are dealing with a multifactor phenomenon and that control and recognition of some angles is of fundamental importance since high performance in sports can only be attained by six to ten years of planned and systematic preparation³. Traditionally above all detection of talent is done by observations of trainers during games using empirical procedures that are frequently source of errors – their results on selection process should be confirmed by choosing adequate scientific strategies⁴.

In the sports field, authors like Moskatova⁵ emphasise that, although it might be highly perfected, training technology does not modify what has been determined by the athlete's individual organic capacity; the efficacious option in the problematic of talent selection is knowledge about biological concepts and models (human genomics, physical anthropology, sports morphology, among others).

Along this line, some initiatives have been utilized to try to identify and describe genetic profile by means of dermatoglyphic marks (fingerprints) of different athletes and sports. Stemmed mainly from the Eastern world, only in recent years they have been repeated here. Respective raised interests have been mostly just local or regional, because of their descriptive nature, the non adoption of the international Penrose Memorandum⁶, lack of information about specifics in the assessment and classification, utilisation of limited resources like non adoption of palm analysis, and operation of a small number of observed situations.

In this sense, the present work tries to understand the distribution of quantitative dermatoglyphic indicators of basketball players in different levels of performance and of non-players.

Method

125 individuals were observed in this study. They were divided into five numerically equal groups. Three of these consisted of professional basketball players according to the respective levels of participation: *i*) Brazilian National Team (SB); *ii*) National Championship (CN); *iii*) São Paulo Championship (CP). The other two consisted of: *i*) weekend players (PW); *ii*) non-players (NP). Table 1 shows athletes' distribution by performance level and age. χ^2 analysis indicates homogeneity of such groups according to mentioned variables.

Brazilian National Team (SB) group was considered elite of the sport because had already gained fame during the National Championship. Technical Commission of the Brazilian Basketball Confederation (CBB) selects them according to technical criteria. This group was made up of

Table 1
Distribution of athletes accordingly to performance level and age

Performance level	Age (years)			Total
	18 a 25	26 a 32	33 a 43	
S B	14 (56.0)	8 (32.0)	3 (12.0)	25 (100.0)
C N	14 (56.0)	8 (32.0)	3 (12.0)	25 (100.0)
C P	14 (56.0)	8 (32.0)	3 (12.0)	25 (100.0)
P F S	15 (60.0)	8 (32.0)	2 (8.0)	25 (100.0)
N P	15 (60.0)	8 (32.0)	2 (8.0)	25 (100.0)

$\chi^2 = 0.20$ ($P > 0.05$)

players who had already played for Brazil in international events like the Olympic Games or World Championships.

The group of National Championship (CN) players consisted of athletes who had not yet been selected to play in the Brazilian National Team (SB). This level of competition (CN) is understood to be the maximum event of the sport because it brings together outstanding teams of year in the adult category. This level of players is promoted by the CBB, and it is governed by norms of International Basketball Federation. It includes 14 teams: the state champions of Santa Catarina, Parana, Rio Grande do Sul and Minas Gerais; the three best teams of Rio de Janeiro; the six best of São Paulo; and the previous year's Brazilian champion.

The third group of players in São Paulo Championship followed pertinent criteria in selection of individuals. Excluding criteria included non-participation in National Championship games as well as not being selected for Brazilian Selection team. Thus, of thirteen participating teams, six were removed because they were already classified for the National Championship. Players were chosen from the three last teams according to the criteria for inclusion being researcher's accessibility and personal consent. Regarding the Championship, this event is denominated Male Adult Special Division – series A1, the most coveted state competition of the sport, which is always held in the second semester of each year. Promotion and organization are handled by São Paulo Basketball Federation according to the General Regulations of the International Basketball Federation; it is made up of 13 teams: the 11 best classified teams from the year before and the champion and vice-champion of the division immediately below, that is, A2, of the same year.

The fourth group, called weekend players (PW), had 25 individuals according to the following criteria for inclusion: *i*) play the sport as recreation, principally on weekends; *ii*) non-participation in teams organized for competition; *iii*) similar characteristics of age, height and race.

The fifth group of non-players (NP) was selected according to the criteria of non compliance with criteria established for the other groups and similar characteristics of age and race.

The collection of fingerprints observed the protocol systematized by Cummins, Midlo (1961)⁷, following the ethical procedures of the pertinent Brazilian legislation, especially the Terms of Informed Consent. Black ink was used to impregnate the fingerprint corrugations, which were then printed on white paper. After fingerprints were taken separately, impression of fingers/palm of each hand was taken as many times as necessary for a clear impression, subsequently analysed under magnifying glass observation. Then, these data were put into its specific protocol and saved in a computer data bank.

Finally, each one of the variables was analysed separately to verify the differentiation of the various performance levels according to quantitative dermatoglyphic indicators. The following procedure was adopted: *i*) in the descriptive ambit, results were presented by

Table 2
Median and respective confidence limits in the different performance levels accordingly to dermatoglyphic patterns

Dermatoglyphic Patterns	Performance level					Statistical Test Result ("p-value")
	SB	CN	CP	PW	NP	
TRC	127 b (112-144)	127 b (111-153)	130 b (116-138)	95 a (89-101)	96 a (93-105)	13.10 (p < 0.05)
Lines a-b RH	37 b (35-40)	37 b (35-38)	36 b (35-41)	33 ab (31-35)	30 a (28-31)	33.28 (p < 0.01)
Lines a-b LH	37 b (36-38)	39 b (36-41)	39 b (37-39)	35 a (32-36)	32 a (31-34)	26.55 (p < 0.01)
Lines A'-d RH	46 b (39-53)	48 b (44-50)	44 b (42-46)	40 a (39-41)	38 a (35-39)	21.21 (p < 0.01)
Lines A'-d LH	52 b (46-58)	54 b (50-59)	64 b (43-59)	40 a (39-42)	39 a (36-41)	40.19 (p < 0.01)
Angle atd RH	40 ab (39-42)	42 b (41-43)	41 ab (40-42)	38 a (36-40)	41 ab (40-42)	14.39 (p < 0.01)
Angle atd LH	39 ab (38-41)	42 b (41-44)	42 b (40-43)	38 a (37-39)	41 ab (40-42)	18.53 (p < 0.01)
Ulnar Índex RH	0.75 a (0.73-0.77)	0.80 a (0.76-0.84)	0.72 a (0.70-0.77)	0.70 a (0.68-0.75)	0.74 a (0.73-0.76)	7.65 (p > 0.05)
Ulnar Índex LH	0.75 a (0.70-0.81)	0.79 a (0.76-0.82)	0.76 a (0.72-0.81)	0.74 a (0.70-0.77)	0.77 a (0.75-0.80)	5.20 (p > 0.05)
Combined Index RH	0.09 a (0.09-0.10)	0.10 a (0.09-0.10)	0.09 a (0.08-0.10)	0.09 a (0.08-0.09)	0.09 a (0.09-0.10)	9.46 (p > 0.05)
Combined Index LH	0.09 a (0.08-0.09)	0.10 b (0.09-0.11)	0.10 b (0.09-0.11)	0.09 a (0.08-0.09)	0.09 a (0.09-0.10)	16.86 (p < 0.01)

TRC: total ridge count

measurement of position, variability and confidence limits for median; and, ii) in inferential terms, non parametric statistics test of Kruskal-Wallis⁸ was used to compare the groups. The study utilized a chart with the results of the statistics test and an abacus of the confidence limits (95%) for the median. For indications of the result of the values presented by the statistics test, low case letters to the side of the averages were used, considering the alphabetic sequence as associated to an increasing order of magnitude. In order to interpret the small letters, the procedure is: two median (or frequencies) followed by at least the same letter do not differ among themselves at level of 5% of the value.

Results

Table 2 and figure 1 show median values and their respective limits of confidence (95%) in different performance levels according to the dermatoglyphic pattern analysed, noticing that TRC, line count of a-b and A'-d have a different compartment when players are compared to non-players in right (RH) and left (LH) hands.

Discussion

Herewith presented data clearly indicates that: i) TRC and the line count of a-b and A'-d dermatoglyphic indicators comport themselves differently between players and non-players; ii) it would be good to continue studies of the analysis made by employing resources that take into consideration all variables simultaneously as a multivariable study.

In relation to Brazilian information available on dermatoglyphics in Sport Science, it is observed that, as a matter of fact, they only refer absolute and relative frequency distributions of patterns and TRC, what is a limitation that reduces many possible contributions. In an investigation of some physical and psychological aspects of the Brazilian Handball Adult Women's team, Cunha Jr. et al⁹ reported slightly different percentages of finger arches, loops and whorls based on the player's position on the court.

Meneses and Fernandes Filho¹⁰ proposed to identify and compare the dermatoglyphic characteristics and basic physical qualities of Brazilian athletes of several qualification levels in rhythmic gymnastics. As for dermatoglyphic variables, mean values varied widely from 173.43 ± 21.62 in the Brazilian Team to 75.43 ± 51.57 in National Championship players and 71.71 ± 37.10 in State Championship athletes.

In another study, Fonseca et al¹¹ sought to determine a set of features including dermatoglyphics in twenty-eight female volleyball high-performance athletes. They showed that the frequency of occurrence of arch was 11%, 60% of loops and whorls, 29%.

Díaz and Espinoza¹² sought to establish relationships between fingerprint patterns and fitness for members of a Center of Initiation and Specialisation in Track and Field in Chile: results showed strong association between fitness and genetic profile and male sprinters had values for loops of 18.5 ± 24.0; 1.0 ± 0.8 for arches; 3.17 ± 4.6 for whorl and 72.83 ± 13.9 for TRC. For runners results revealed: loops, 6.0 ± 2.8; arches 1.57 ± 3.5; whorls 2.43 ± 1.6 and 93.93 ± 47.3 for TRC.

There are some initiatives that characterized the dermatoglyphic patterns in non-athletes. Santos and Fernandes Filho¹³ from members of the Police Special Operations Battalion have gotten mean values of 111.39 ± 31.05 for TRC and percentages of patterns as follows: arch, 17.4%; loops 62.1% and whorls, 20.4%. Nishioka et al¹⁴ found in dancers percentage of 65.0% for loops, 35.0% for whorls and 135.1 for TRC. Passos et al¹⁵ in health individuals in a gym had percentages of 17% of arches; 63% of loops and 20% of whorls, while mean TRC was 125.92 ± 50.38.

Analysing separately from diverse quantitative dermatoglyphic indicators obtained from individuals with different performance levels in comparison with the international literature (table 3), it can be noted that some results are concordant and in other situations, discordant. Regarding TRC in particular, it was verified that, although the values observed in the median presented a difference between groups of players and non-players, when they were compared with those presented in table 3, they seem to be close to the numbers presented by Plato et al¹⁶ and Steinberg et al¹⁷ who had described the values of normal individuals in the American population, Caucasian as well as Black. The works of Holt¹⁸ and Meier¹⁹

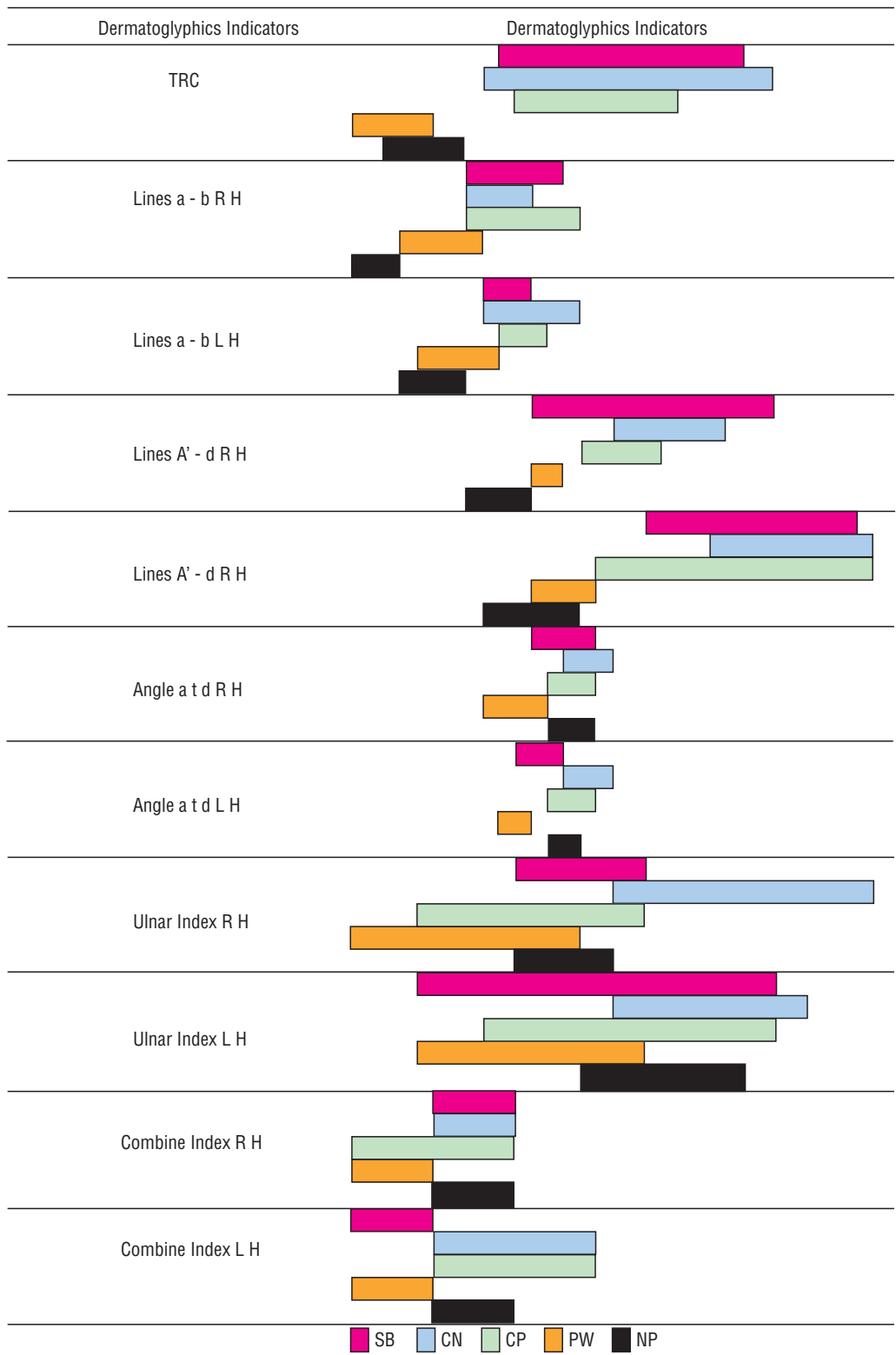


Fig. 1. Abacus of medians values and their limits of confidence in different performance levels according to quantitative dermatoglyphic indicators.

present scores of normal English Caucasians well above those related here, in spite of a significant difference of numbers between those works being observed. In other Brazilian studies, data of Toledo et al²⁰ referring to normal individuals in the São Paulo population are situated above references to all performance levels. Data presented by Salgado²¹ were collected from students and staff of the School of Medicine at the

University of São Paulo and are closer to that of the players. According to Saldanha²², the extensive individual variation in TRC could be due to the average counting of lines in each one of the ten fingers being distributed between eleven and twenty lines, which in the total of the fingers could vary between zero and 300 lines. Furthermore, he points out that the counts are slightly higher in the right hand compared with the left.

Table 3

Medium values of the dermatoglyphic indicators of the present research and of the literature consulted

Dermatoglyphic Indicators	Medium values of the present research		Medium results of the consulted bibliographical references			
TRC	S B	132.8 ± 41.8	144.98 ± 51.08		Holt ¹⁸ in English caucasoids	
	C N	129.4 ± 38.3	177.10 ± 45.73		Meyer ¹⁹ in English caucasoids	
	C P	125.3 ± 45.2	129.3 ± 43.8		Plato et al ¹⁶ in American caucasoids	
	P W	101.4 ± 26.1	119.0 ± 40.8		Steinberg et al ¹⁷ in black Americans	
	N P	108.3 ± 34.7	142.2 ± 45.3	127.0 ± 4.83	Toledo et al ²⁰ in Brazilian Salgado ²¹ in Brazilian	
Lines a-b		Hands		Hands		
		Left	Right	Left	Right	
	S B	37.6 ± 4.3	37.6 ± 3.7	38.4 ± 0.7	39.4 ± 0.6	Salgado ²¹ in Brazilian
	C N	37.5 ± 6.2	39.2 ± 6.8	40.3 ± 5.7	40.7 ± 5.3	Penhalber et al ²³ in Brazilian
	C P	37.9 ± 7.2	38.0 ± 5.5	41.2 ± 0.7	40.3 ± 0.8	Pons ²⁴ in Spanish
	P W	33.2 ± 5.9	33.7 ± 5.2	43.4 ± 4.5	43.9 ± 3.7	Penrose, Holt ²⁵ in English
N P	29.8 ± 4.9	42.4 ± 3.9				
Line A'-d		Hands		Hands		
		Left	Right	Left	Right	
	S B	44.6 ± 14.4	52.5 ± 13.2	40.0 ± 10.7	49.6 ± 10.5	Penhalber et al ²³ in Brazilian
	C N	47.0 ± 8.8	53.8 ± 10.9	39.1 ± 6.8	43.0 ± 6.5	Wajntal ²⁶ in Brazilian
	C P	45.2 ± 7.9	51.9 ± 11.5	38.4 ± 0.7	39.4 ± 0.6	Salgado ²¹ in Brazilian
	P F S	40.0 ± 9.7	42.1 ± 10.4			
N P	36.8 ± 6.9	37.8 ± 5.5				
Angle a t d		Hands		Hands		
		Left	Right	Left	Right	
	S B	40.3 ± 2.9	40.0 ± 3.3	42.8 ± 9.7	43.9 ± 8.2	Toledo et al ²⁰ in Brazilian
	C N	42.4 ± 4.1	42.7 ± 3.5	43.9 ± 1.0	43.5 ± 0.9	Salgado ²¹ in Brazilian
	C P	42.4 ± 3.5	42.0 ± 6.4	45.0 ± 1.3	45.2 ± 0.9	Holt, Lindstein ²⁷ in English
	P W	38.8 ± 4.8	38.5 ± 4.3	46.1 ± 8.8	46.4 ± 9.8	Steinberg et al ¹⁷ in black Americans
N P	40.4 ± 2.8	41.0 ± 2.2	41.8	43.2	Plato et al ¹⁶ in American caucasoids	
Ulnar Index		Hands		Hands		
		Left	Right	Left	Right	
	S B	0.74 ± 0.10	0.75 ± 0.09	0.83 ± 0.08	0.83 ± 0.09	Penhalber et al ²³ in Brazilian
	C N	0.78 ± 0.08	0.78 ± 0.07	0.83 ± 0.08	0.84 ± 0.08	Salgado ²¹ in Brazilian
	C P	0.74 ± 0.07	0.78 ± 0.09	0.85 ± 0.08	0.86 ± 0.09	Moscatti ²⁸ in Brazilian
	P W	0.72 ± 0.08	0.73 ± 0.09			
N P	0.74 ± 0.04	0.77 ± 0.04				

A peculiarity of this study is that race has not been controlled and its relationship to differences of distribution of fingerprints must be considered (v.g. Sachs Bat-Miriam²⁹; Glanville, Poelding³⁰). In fact assessing colour and standardizing racial classification of individuals is a real problem. This is especially a difficulty in Brazil, which is considered a racial laboratory because of the mixtures of White with Black, White with Indian, Black with Indian and the respective mixtures of their descendents – one grand genetic heterogeneity. As a matter of fact, Krieger et al³¹, while studying families from the Brazilian Northeast and Tavares Neto³² individuals from Brasilia, indicate that assessment of race ought to be based on the pigmentation of the abdomen, colour and type of hair, and conformation of the nose and lips.

IBGE³³ demographic census adopts the following criteria of White, Mulatto, Black and Yellow (only for people of oriental origin) and Indigenous; the colour noted down in the questionnaire was the one informed by the individual being interviewed and not the perception of the interviewer. In the international scene, Cummins, Midlo⁷ relate that the majority of studies made in Europe situate individuals as White, Yellow-Brown and Black. Meier¹⁹ (1975) studied Americans using the more extensive classification of Whites and Non-Whites. According to Pereira³⁴, the application of racial distributions requires standardization since individuals differ in their assessment of human characteristics.

Another greatly limited item that was observed consists of dealing with the indicators in an isolated way, that is, by an analysis model that separately observes each one of the variables studied. According to Mulvihill, Smith³⁵, dermatoglyphic criteria are determined statistically for populations and not for individuals; furthermore, they point out that correlations of the indicators with specific illnesses could be accidental. Thus, although this constitutes an easy way to work from the statistical point of view, the independent analysis of data is simplistic in the biological field.

Regarding this matter, Bergamo, Paes³⁶ call attention to the limitations of using univariate analysis, principally for models that give greater relevancy to physical aspects and do not consider items like the division of basic categories and knowledge of the levels of influence of growth and development in the most expressive variations of the sport, among others.

In the field of sports, different factors in the diverse types of sports influence the athlete in reaching his best performance level. These range from physical dimensions, technique, tactics and psychology, as well as structure, organization and controlled training planning. Therefore, analysis of each variable isolated could lead to great errors.

Matsudo¹ relates that, in order to have interaction between variables which assume different levels of influence according to the sport, it is very important to know the real specifics like profile of the sport or

team, characteristics of the group of players with determined functions in competitive sports, as for example forwards, guards and centres in basketball, or even in individual sports like running, a situation in which profile of athlete is essential. Furthermore, he declares that some variables assume results that are more distant from the population's averages and are considered more important, like maximum consumption of oxygen in marathoners and leg strength for jumpers; consequently, they deserve greater attention in detecting and monitoring outstanding performance.

In this sense, there is a greater need to use multivariate statistical analysis, understanding that this model simultaneously considers all the variables and, therefore, offers greater consistency in the data and robust results. Although this constitutes a mathematical construct that is more complex to operate, from the biological point of view results are more realistic³⁷. Multivariate analysis is not simply a sum of univariate results but rather their empowering.

It ought to be noticed that some aspects can be better studied like comparing fingerprints indicators between sports that use the hands and basketball, considering possible relation between dermatoglyphic and the differential prehensile physiological function involved. That means a more detailed approach points to a dermatoglyphic comparison between the different positions that the athletes play in games, thus aiding the specificity of the sport.

References

- Matsudo VKR. Detecção de talentos. En: Barros TL, Ghorayeb N, editors. O Exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos. São Paulo: Atheneu; 1999.
- Platonov VN, Fessenko SL. Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo. Barcelona: Paidotribo.
- Filin V. Desporto Juvenil: teoria e metodologia. Londrina: Centro de Informações Desportivas; 1996.
- Marques A. Da importância das fases iniciais de escolaridade na detecção e seleção de talentos em Portugal. En: Bento J, Marques A, editors. As ciências do desporto e a prática desportiva: desporto de rendimento, desporto de recreação e tempos livres. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e da Educação Física/Universidade do Porto; 1991.
- Moskatova AK. Aspectos Genéticos e Fisiológicos no Esporte: seleção de talentos na infância e adolescência. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport; 1998.
- Penrose LS. Memorandum on dermatoglyphic nomenclature. Birth Defects. 1968;4:1-13.
- Cummins H, Midlo C. Finger prints, palms and soles: an introduction to dermatoglyphics. New York: Dover Publications; 1961.
- Noether GE. Introduction to statistics: A nonparametric approach. Houghton Mifflin Company; 1976.
- Cunha Junior ATC, Cunha ACPT, Scheneider AT, Dantas PMS. Características dermatoglíficas, somatotípicas, psicológicas e fisiológicas da seleção brasileira feminina adulta de handebol. Fitness & Performance Journal. 2006;5:81-6.
- Meneses LS, Fernandes Filho J. Identificação e comparação das características dermatoglíficas, somatotípicas e qualidades físicas básicas de atletas de GRD de diferentes níveis de qualificação esportiva. Fitness & Performance Journal. 2006;5:393-401.
- Fonseca CLT, Dantas PMS, Fernandes PR, Fernandes Filho J. Perfil dermatoglífico, somatotípico e da força explosiva de atletas da seleção brasileira de voleibol feminino. Fitness & Performance Journal. 2008;7:35-40.
- Díaz J, Espinoza O. Dactiloscopia e aptidão física dos integrantes do Centro de Iniciação e Especialização de Atletismo da Primeira Região. Fitness & Performance Journal. 2008;7:209-16.
- Santos MR, Fernandes Filho J. Estudo do perfil dermatoglífico, somatotípico e das qualidades físicas dos policiais do Batalhão de Operações Especiais (PMERJ) do ano de 2005. Fitness & Performance Journal. 2007;6:98-104.
- Nishioka GAC, Dantas PMS, Fernandes Filho J. Perfil dermatoglífico, somatotípico e das qualidades físicas básicas dos bailarinos bolsistas do Centro de Movimento Deborah Colker. Fitness & Performance Journal. 2007;6:331-7.
- Passos JMD, Roquetti FP, Fernandes Filho J. Comparação da dermatoglyphia e da qualidade de vida entre pacientes com lúpus eritematoso sistêmico e pacientes com artropatia de Jaccoud do Hospital Santa Izabel Salvador-BA. Fitness & Performance Journal. 2010;9:32-8.
- Plato CC, Cereghino JJ, Steinberg FS. The dermatoglyphics of American caucasians. Am J Phys Anthropol. 1975;42:195-210.
- Steinberg FS, Cereghino JJ, Plato CC. The dermatoglyphics of American negroes. Am J Phys Anthropol. 1975;42:183-94.
- Holt SB. Quantitative genetics of dermal ridge-patterns on fingers. Acta Genet Stat Med. 1956-1957;6:473-6.
- Meier RJ. Dermatoglyphics of Easter Islanders analyzed by pattern type, admixture effect, and ridge count variation. Am J Phys Anthropol. 1975;42:269-76.
- Toledo SP, Saldanha SG, Laurenti R, Saldanha PH. Dermatoglifos digitais e palmares de indivíduos normais da população de São Paulo. Rev Paul Med. 1969;75:1-10.
- Salgado MAC. Análise quantitativa dos dermatoglifos nas cardiopatias congênitas. Dissertação de Mestrado. Piracicaba: UNICAMP; 1986.
- Saldanha PH. Dermatoglifos em genética médica. Rev Paul Med. 1968;72:173-204.
- Penhalber EF, Barco LD, Maestrelli SRP, Otto PA. Dermatoglyphics in a large normal sample of caucasoids from southern Brazil. Revista Brasileira Genética. 1994;17:197-214.
- Pons J. Genetics of the a-b ridge count on the human palm. Ann Hum Genet. 1964;27:273-7.
- Penrose LS, Holt SB. Note on dermatoglyphic data in a brachydactylous family. Ann Hum Genet. 1966;29:383-8.
- Wajntal A. Variabilidade citogenética e dos dermatoglifos na intersexualidade humana. Tese de Doutorado. São Paulo: USP; 1972.
- Holt SB, Lindsten J. Dermatoglyphic anomalies in Turner's syndrome. Ann Hum Genet. 1964;28:87-100.
- Moscatti IM. Deslocamento do trirrádio axial na Síndrome de Down. Dissertação de mestrado. São Paulo: USP; 1975.
- Sachs L, Bat-Miriam M. The genetics of Jewish populations. I. Finger print patterns in Jewish populations in Israel. Am J Hum Genet. 1957;9:117-26.
- Glanville EV, Poelking J. Palmar dermatoglyphics in white, negro and mixed groups. Am J Phys Anthropol. 1964;22:407-12.
- Krieger H, Morton NE, Mi MP, Azevêdo E, Freire-Maia A, Yasuda N. Racial admixture in north-eastern Brazil. Ann Hum Genet. 1965;29:113-25.
- Tavares Neto J. Frequência dos grupos raciais no Distrito Federal. Ciência e Cultura. 1980;32:357-62.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. Rio de Janeiro; 2000.
- Pereira MG. Epidemiologia: teoria e prática. Rio de Janeiro: Guanabara/Koogan; 2005.
- Mulvihill JJ, Smith DW. The genesis of dermatoglyphics. J Pediatr. 1969;75:579-89.
- Bergamo VR, Paes RR. Detecção e promoção de talento esportivo múltiplo: caso do basquetebol feminino. Anais do XXV Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. São Paulo, 2002.
- Johnson RA, Wichern DW. Applied multivariate statistical analysis. New Jersey: Prentice-Hall International Inc.; 1992.



Revisión

El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento

F. Ayala^a, P. Sainz de Baranda^b y A. Cejudo^c

^aISEN, centro adscrito a la Universidad de Murcia. *Universidad de Murcia. Murcia. España.*

^bFacultad de Ciencias del Deporte. *Universidad de Castilla La Mancha. Toledo. España.*

^cCentro Deportivo INACUA-Murcia. *Murcia. España.*

Historia del artículo:

Recibido el 29 de enero de 2012

Aceptado el 30 de marzo de 2012

Palabras clave:

Estiramiento estático.

Estiramiento dinámico.

Estiramiento balístico.

Facilitación neuromuscular propioceptiva.

Rutinas de estiramiento.

Rango de movimiento.

RESUMEN

La realización sistematizada de rutinas de estiramiento es una práctica muy común en el ámbito clínico y físico-deportivo con el propósito principal de mantener o mejorar la amplitud de movimiento de una articulación o conjunto de articulaciones. Además, los estiramientos parecen ser un medio muy indicado para el cuidado, la prevención y el mantenimiento de las capacidades físicas de cada individuo o para su desarrollo.

No todos los estiramientos se realizan de la misma manera o persiguen el mismo objetivo. En función del contexto (clínica, calentamiento, vuelta a la calma, sesiones específicas), la aplicación de unas u otras técnicas será más apropiada para conseguir los objetivos propuestos. Así, es de vital importancia que médicos, entrenadores, preparadores físicos y demás miembros del ámbito de la actividad físico-deportiva conozcan las características, ventajas e inconvenientes de cada una de las diferentes técnicas de estiramiento existentes en la literatura científica. Sin embargo, los términos empleados en la literatura científica para describir las diversas maniobras o técnicas de estiramiento son, a menudo, confusos debido principalmente a que clínicos e investigadores suelen emplear diferentes vocablos para describir el mismo fenómeno. Por lo tanto, los objetivos principales de este trabajo fueron: *a)* describir las técnicas de estiramiento más empleadas en la literatura científica, y *b)* analizar la literatura científica existente en lo relativo a qué técnicas de estiramiento son más eficaces para la mejora de la flexibilidad.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Flexibility training: Stretching techniques

The systematic performance of stretching routines is very common in clinic and sport setting with the main purpose of maintain or improve the range of movement in a joint or group of joints. In addition, stretching seems to be an indicate way for the care, prevention and maintenance of the abilities of each individual or for their development. Not all stretches are performed in the same way or seek the same objective. Depending on the context (rehabilitation, warm-up, cool down, specific sessions), the application of one of those techniques will be more appropriate to achieve the objectives. Thus, it is vital that clinicians, coaches, physical trainers and other members of the physical activity and sport setting know the characteristics, advantages and disadvantages of each stretching technique existing in the literature. However, the terms used in the scientific literature to describe the different stretching techniques are confuses due mainly that clinicians and researches used different concepts for describing the same phenom. Therefore, the main purposes of this manuscript were: *a)* to describe the more common stretching techniques present in the scientific literature; and *b)* to analyze the current scientific literature regarding to what stretching techniques are more effectives for improving flexibility.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondencia:

F. Ayala.

ISEN, Universidad de Murcia.

Departamento de Educación Primaria.

C/ Real, nº 68.

30201 Cartagena, Murcia. España.

Correo electrónico: francisco.ayala@um.es

Introducción

La justificación del trabajo de la flexibilidad y la introducción de los estiramientos dentro de las sesiones de acondicionamiento físico vienen dadas por la relación que siempre ha existido entre el entrenamiento de flexibilidad y sus beneficios, entre los que se pueden destacar: a) el de aumentar la temperatura de la musculatura¹; b) la disminución del dolor²; c) el aumento del rango de movimiento de una articulación en sujetos sanos y lesionados³⁻⁶; d) el aumento de la tolerancia al estiramiento⁷⁻¹¹; e) la colaboración en la vuelta a la calma y en la recuperación del organismo tras un esfuerzo intenso; f) la reducción del riesgo de lesiones^{2,8,12,13}; y g) la mejora del rendimiento, sobre todo en deportes que soliciten rangos de movimiento elevados (gimnasia deportiva, artes marciales)^{14,15}.

Sin embargo, el trabajo de la flexibilidad en muchas ocasiones tendrá el objetivo prioritario de mantener y/o mejorar el rango de movimiento de una o varias articulaciones, dependiendo de los valores iniciales de la persona. En este sentido, Thacker et al¹⁶ aportaron recientemente una revisión sobre los diferentes estudios que se habían realizado desde 1950, introduciendo las palabras clave: estiramiento, flexibilidad y lesión. Encontraron 361 artículos, de los cuales 27 analizaban las mejoras del rango de movimiento de una articulación tras la aplicación de un programa de estiramientos en personas que realizaban alguna actividad deportiva o en deportistas. Los resultados muestran que el estiramiento mejora la extensibilidad del músculo y el rango de movimiento de la articulación, pudiendo observar estas mejoras en cualquier músculo que sea estirado. Además, las ganancias pueden mantenerse durante varias semanas¹⁷.

Sin embargo, los términos empleados en la literatura científica para describir las diversas maniobras o técnicas de estiramiento son, a menudo, confusos debido principalmente a que clínicos e investigadores suelen emplear diferentes vocablos para describir el mismo fenómeno. Asimismo, es importante que médicos, entrenadores, preparadores físicos y demás miembros del ámbito de la actividad físico-deportiva conozcan las características, ventajas e inconvenientes de cada una de las diferentes técnicas de estiramiento existentes en la literatura científica. Este conocimiento, unido al análisis de la eficacia de cada una de las técnicas y la comparación directa entre todas ellas, permitirá la toma de decisión justificada sobre qué técnica de estiramiento aplicar en cada contexto y para cada persona con el propósito de mantener y/o mejorar el rango de movimiento de una o varias articulaciones.

Por lo tanto, los objetivos principales de este trabajo fueron: a) describir las técnicas de estiramiento más empleadas en la literatura científica, y b) analizar la literatura científica existente en lo relativo a qué técnicas de estiramiento son más eficaces para la mejora crónica de la flexibilidad.

Estrategia de búsqueda y criterios de selección de fuentes bibliográficas

Para la realización de esta revisión bibliográfica fueron seleccionados ensayos científicos con diseños pre-test y pos-test, artículos de revisión sistemática y crítico-narrativa, además de libros y capítulos de libros, cuyos objetivos fueron describir, analizar y/o comparar la eficacia de las técnicas de estiramiento más habituales de la práctica clínica y físico-deportiva para la mejora de la flexibilidad muscular.

La localización de artículos se realizó en las bases de datos informatizadas *on-line* más importantes en el ámbito de las áreas de la salud y de

la educación física, incluyendo: Medline, Cochrane Library, ENFISPO, SportsDiscus, Lilacs Teseo, OVID, así como el metabuscador Google.

La palabra *stretching* fue siempre utilizada como criterio de búsqueda, de tal forma que, en las diversas exploraciones bibliográficas efectuadas, el término *stretching* siempre estuvo presente en uno de los campos de búsqueda, quedando el resto de campos subordinados con la preposición *and* y completados por una de las siguientes palabras clave: *lower extremity stretching*, *contract-relax stretching*, *ballistic stretching*, *static stretching*, *range of motion*, *flexibility*, *knee*, *hip*, *skeletal muscle*, *proprioceptive neuromuscular facilitation*, *dynamic stretching* y *chronic gains*. No fue aplicada limitación en el año de publicación. La búsqueda finalizó en septiembre de 2011.

Como criterios de inclusión de obligado cumplimiento se establecieron: a) artículos con enlace a texto completo (gratuito y bajo suscripción); b) artículos que incluyeran en el título los descriptores *stretching*, *flexibility*, *range of motion* y/o *muscle extensibility*; c) estudios en hombres y mujeres de todo rango de edad y condición física (sedentarios, físicamente activos, deportistas de alto nivel); d) ensayos clínicos controlados, y e) estudios en idioma inglés, portugués, francés o español.

Técnicas de estiramiento

Es posible encontrar en la bibliografía diversas técnicas para utilizar dentro del campo de la clínica y de la actividad física y el deporte¹⁸. El conocimiento de todas será importante, ya que con cada una de ellas se obtienen unas ventajas e inconvenientes¹⁹. Por ello, dependiendo del objetivo que se quiera conseguir, la ubicación de los estiramientos en la sesión y las características de la actividad principal, se utilizarán unas u otras²⁰.

Además, hay que tener en cuenta que puede llegar un momento en el cual la elevación de las ganancias deje de ser proporcional al tiempo de trabajo destinado a su mejora, dándose incluso situaciones de estancamiento. En este sentido, va a ser importante recurrir a una modificación o combinación de las técnicas de intervención en el trabajo de estiramiento que genere nuevas respuestas de adaptación de los tejidos sometidos a tracción¹⁹.

Atendiendo al modo de realización, se encuentran las técnicas balísticas, dinámicas y estáticas. Teniendo en cuenta el agente que desarrolla y es responsable del estiramiento, se hallan el estiramiento activo y el pasivo. Todas consiguen aumentar el rango de movimiento de las articulaciones después del estiramiento, y por ello, no existe un consenso internacional sobre cuál es la técnica más efectiva para conseguir un aumento del rango de movimiento (ROM) y un descenso de la resistencia activa y pasiva del músculo en cuestión²¹.

Estiramiento balístico

La técnica de estiramiento balístico (*Ballistic Stretching*) supone la realización de movimientos rítmicos de rebote, lanzamientos o balanceos en los cuales se produce un gran aumento de la longitud muscular por unidad de tiempo¹⁸. El músculo sometido a estiramiento es trasladado hacia el final del rango de movimiento por una fuerza externa o por la musculatura agonista al movimiento. Una vez alcanzado el máximo ROM o próximo a éste, se realizan varios movimientos rítmicos de rebote, balanceos o lanzamientos a alta velocidad²².

Las principales ventajas asociadas al estiramiento balístico son 2: a) incremento de la flexibilidad activa²²⁻²⁴, y b) alta reproducibilidad con el

gesto técnico¹⁸. El estiramiento balístico produce una facilitación del reflejo de estiramiento como consecuencia de la alta velocidad del movimiento, permitiendo una optimización del mismo. Muchas actividades deportivas requieren que la musculatura se someta a altas tensiones o intensidades, en duraciones cortas y contracciones excéntricas, por lo que en determinados momentos, los estiramientos balísticos serán necesarios como medio para preparar a la unidad músculo-tendón ante tales acciones.

Sin embargo, muchos autores argumentan como principales desventajas su gran complejidad técnica si se quieren evitar movimientos negativos de compensación de otras articulaciones¹⁹, además de que la utilización de esta maniobra de estiramiento podría aumentar el riesgo de lesión^{2,13,25}. Por otro lado, Guissard et al²⁶ reflejan como gran inconveniente de esta técnica la aparición del reflejo miotático, el cual es debido a los receptores tipo Ia y II de las motoneuronas alfa. Esta activación del reflejo miotático causa una contracción del músculo que está siendo estirado. Además, los rebotes causan una rápida y corta contracción de la musculatura para protegerse de un sobreestiramiento, pudiendo ser insuficiente el tiempo de relajación para absorber la gran energía tensional generada. Por ello, los programas habituales de flexibilidad no incorporan estiramientos balísticos²⁷.

Además, deberá tenerse en cuenta que cuando se efectúen técnicas de estiramiento balístico es importante que haya continuidad en el trabajo, ya que sólo con esta labor continuada se impedirá la unión de las moléculas de colágeno producidas por el efecto de la excesiva tracción²⁸. En este sentido, una frecuencia semanal de estiramientos balísticos de 5 días con un volumen total por sesión y grupo muscular de 30 repeticiones ha demostrado ser eficaz para la mejora crónica de la flexibilidad²⁴.

Estiramiento dinámico

La técnica de estiramiento dinámico (*Dynamic Range of Motion*) es un método cuya popularidad como medio para el aumento de la flexibilidad muscular ha experimentado un fuerte ascenso en los últimos años¹⁸. La elongación de la musculatura es permitida por la contracción de la musculatura antagonista y el consecuente movimiento de la articulación a través de todo el rango de movimiento permitido, de manera lenta y controlada^{5,29}. La activación de la musculatura antagonista al estiramiento causa la elongación de la musculatura agonista a través de la inhibición recíproca.

Murphy³⁰ proporcionó un serie de argumentos a favor del uso de la técnica de estiramiento dinámica en detrimento de la técnica de estiramiento estática pasiva: a) el estiramiento dinámico puede incrementar la temperatura debido al trabajo muscular, y este aumento permite una mayor y más rápida contracción muscular, incrementa el trabajo muscular e incrementa la velocidad de transmisión de impulsos nerviosos, y b) la realización de estiramientos dinámicos después del ejercicio incrementará la llegada de flujo sanguíneo a la zona, lo que puede eliminar más ácido láctico y posiblemente reducir la magnitud del dolor muscular.

En una extensa revisión sobre el calentamiento y el estiramiento, Shellock y Prentice¹ informaron que el estiramiento dinámico es importante porque es esencial que una extremidad sea capaz de moverse a través de un rango de movimiento no restringido.

Estiramiento estático

En el estiramiento estático (*Static Stretch*), el movimiento y la elongación de los tejidos se produce con gran lentitud, sobre la base de una posición

que es mantenida, lo que supone una mayor salvaguarda para los tejidos blandos^{14,18,31}.

Numerosos autores han enfatizado la importancia del estiramiento estático como parte del entrenamiento deportivo y de la medicina del deporte^{25,32}, indicando que el estiramiento estático es el método de estiramiento más común y sencillo para incrementar la flexibilidad de un músculo²⁷.

Hoy en día, muchos autores se decantan por los estiramientos estáticos, aunque en los estudios que comparan la eficacia de las técnicas de estiramientos estáticas y balísticas no se han encontrado diferencias significativas^{24,33,34}.

Sady et al²⁴, en un estudio sobre 4 grupos de jóvenes, compararon los efectos de técnicas estáticas y dinámicas en la evolución de la flexibilidad del hombro, tronco e isquiosurales. En un análisis factorial de varianza se determinó que no existían diferencias significativas entre los 2 métodos aplicados. Estudios previos de Leighon³⁴ y de De Vries³³ tampoco encontraron diferencias entre la aplicación de técnicas balísticas o estáticas para el desarrollo de la flexibilidad.

En este sentido, Vujnovich y Dawson³⁵ en una investigación dentro del campo de la terapia señalan que la realización de una técnica de aplicación secuencial de estiramiento estático seguido de balístico ofrece mayores ganancias que la aplicación de estiramientos estáticos únicamente.

Se ha manifestado que el estiramiento estático afecta tanto a las propiedades mecánicas^{10,36,37} como neurológicas^{38,39} de la unidad músculo-tendón, produciendo un incremento en la flexibilidad. El estiramiento estático reduce la rigidez muscular debido a la producción del reflejo de inhibición de los músculos agonistas y sinérgicos al estiramiento⁴⁰.

A pesar de que el estiramiento estático es efectivo para incrementar la flexibilidad estática medida a través del rango de movimiento, esto no podría afectar a la flexibilidad dinámica medida a través de la resistencia activa y pasiva¹⁰.

Dentro de esta técnica de estiramiento se pueden diferenciar 2 formas de trabajo distintas; el estiramiento estático-pasivo y el estiramiento estático-activo. En la técnica de estiramiento estática-pasiva (*passive stretching*), el individuo no hace ninguna contribución o contracción activa en el momento del estiramiento, dejando toda la musculatura relajada, de tal forma que el estiramiento es realizado por un agente externo¹⁸. Este agente externo puede ser un compañero (asistido), el propio sujeto (autoasistido) o bien cualquier instrumento o aparato (mesa, muro, banco, espaldera, elementos de tracción, etc.). Por su parte, en la técnica de estiramiento estática-activa (*active stretching*), el individuo mantiene la posición de estiramiento gracias a la activación isométrica de la musculatura agonista al movimiento, lo cual permite una mejora en la coordinación muscular agonista-antagonista^{41,42}.

Ayala y Sainz de Baranda³, con el objetivo de valorar la eficacia de las técnicas estáticas activas y pasivas, realizan un programa de estiramientos para la musculatura isquiosural de 12 semanas. Establecen 4 grupos, de tal forma que 2 grupos utilizan la técnica pasiva (15 y 30 segundos) y otros 2 grupos utilizan la técnica activa (15 y 30 segundos). Tras el análisis de los resultados observan cómo ambas técnicas son igualmente eficaces para aumentar el rango de movimiento de la flexión de cadera en adultos jóvenes.

De igual forma, en un estudio posterior, comparan la eficacia de las técnicas activas y pasivas aumentando la duración aislada del estiramiento a 45 segundos⁴³. Estos autores no observaron diferencias en la magnitud de las ganancias en flexibilidad tras aplicar un programa de 12

semanas de estiramientos activos y pasivos, con similares parámetros de la carga (duración aislada 45 segundos, frecuencia semanal de 3 días y volumen total de la sesión de 180 segundos).

Por último, Winters et al⁴¹, tras aplicar un programa de estiramientos para el músculo psoas ilíaco, observan tras 6 semanas de estiramientos que tanto la técnica activa como la pasiva son igual de eficaces.

Estiramiento en tensión activa

Muy relacionada con el estiramiento activo, se encuentra la técnica de estiramiento tensión activa (*Eccentric Flexibility Training*), que supone la realización conjunta de un estiramiento del músculo y una contracción isométrica o excéntrica⁴⁴, y será empleada cuando se quiera involucrar a la parte no contráctil del aparato músculo-tendinoso¹⁸.

Recientemente, Nelson y Bandy⁴⁵ han introducido el entrenamiento excéntrico en la bibliografía como un método para aumentar la extensibilidad de la musculatura isquiosural. Estos autores, investigaron la efectividad del estiramiento en tensión activa comparando esta técnica con la técnica pasiva y con un grupo control. Realizando un programa de estiramientos durante 6 semanas, 4 veces a la semana y manteniendo el estiramiento durante 30 segundos. Los resultados del estudio mostraron que el grupo control había ganado 1,17° de ROM, mientras que el grupo que había realizado estiramientos pasivos ganó 12,04° y el grupo que realizó tensión activa ganó 12,79°. De esta manera, no encontraron diferencias significativas entre los 2 grupos de estiramientos, aunque sí cuando se compararon con el grupo control. Por ello, los autores abogan por la combinación de ambas técnicas en el entrenamiento.

Facilitación neuromuscular propioceptiva

Otra técnica destacada es la llamada facilitación neuromuscular propioceptiva (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*) (FNP), que puede ser definida como un método que favorece o acelera el mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de los propioceptores⁴⁶. Técnica que fue creada entre 1946 y 1950 en EE. UU. por Herman Kabat y que fue introducida en 1968 por Knott y Voss⁴⁶. Desde entonces, se ha extendido de forma importante en el ámbito terapéutico y deportivo⁴⁷⁻⁴⁹.

Dentro de la FNP se pueden determinar diferentes esquemas de intervención que quedan agrupados en:

- Técnicas de estiramiento: basadas en la producción de relajación muscular por medio de respuestas reflejas inhibitorias para aumentar la amplitud de una articulación.
- Técnicas de refuerzo muscular: basadas en la producción de un aumento del tono muscular para ciertos grupos musculares o cadenas musculares.

Así, la técnica FNP puede ser utilizada para aumentar la fuerza, la flexibilidad y la coordinación¹⁸. Para mejorar la flexibilidad, normalmente han sido utilizadas contracciones isométricas de la musculatura que va a ser estirada antes de realizar el estiramiento pasivo. Aunque las diferentes estrategias pueden incluir contracciones isotónicas (concéntricas y excéntricas) e isométricas en diferentes combinaciones.

En la técnica básica, la persona realiza una contracción mientras otra persona resiste el movimiento, y tras mantener la contracción unos segundos, el sujeto se relaja durante 2-3 segundos. Luego, la persona que

mantiene la contracción moverá la extremidad pasivamente hasta que sienta una pequeña tirantez o la persona refiera dolor. Normalmente, se realiza un estiramiento de 20 segundos (tiempo necesario para inhibir por completo el reflejo miotático), seguido de una contracción isométrica del agonista o músculo estirado de entre 7-15 segundos (para estimular los órganos tendinosos de Golgi y activar el reflejo de inhibición autógena, con el resultado de una nueva relajación sobre el músculo), seguido de una fase de relajación (soltando aire). A partir de aquí se procede a una repetición de la secuencia anterior (estiramiento-contracción-relajación).

Mediante la FNP se logra un estiramiento muscular bajo diversos patrones de movimiento e, incluso, en puntos determinados de movilidad articular. Toda la sistemática de trabajo de esta técnica se basa en generar esquemas de movimiento similares a los efectuados en la vida cotidiana y en el deporte, permitiendo conseguir⁵⁰:

- Reforzar los músculos.
- Flexibilizar las articulaciones.
- Coordinar el sistema neuromuscular.

En la FNP son imprescindibles los movimientos espirales y diagonales, que inciden en los diferentes planos del espacio^{49,51}. Los esquemas de movimiento se realizan en 3 planos del espacio: 1) flexión-extensión; 2) abducción-aducción, y 3) rotación interna-rotación externa. En la realización de esta serie de esquemas de movimiento será imprescindible establecer componentes de rotación para optimizar la puesta en tensión del aparato miotendinoso y aponeurótico.

Este método ha dado lugar a diferentes propuestas, que se pueden resumir en la técnica contracción-relajación (*contract-relax*) que consiste en una contracción isotónica concéntrica del músculo que hay que estirar seguido por una fase de relajación y un estiramiento pasivo. La técnica sostén-relajación (*hold-relax*) que conlleva una contracción isométrica del músculo que hay que estirar seguida de una fase de relajación y un estiramiento pasivo.

Además, existen las denominadas *contract-hold-release-stretch*, *contract-relax-antagonist-contract* y la *hold-relax-antagonist-contract*. La CHRS consiste en la realización de una contracción isométrica de 10" (*contract*), seguida de mantenimiento del estiramiento de 10" (*hold*), seguida de relajación de 5" (*release*) y un nuevo estiramiento de 10" (*stretch*). La CRAC es igual que la CR, pero la parte final del estiramiento no es pasiva sino activa. Mientras que la HRAC es igual que la CRC, pero la contracción previa al estiramiento activo es isométrica en vez de concéntrica⁵¹.

Sölveborn⁴⁸ ideó un método similar (6" de contracción isométrica del músculo que hay que estirar, 5-6" de relajación, 10-30" de estiramiento lento para no activar el reflejo miotático).

La variante Scientific Stretching for Sports, 3-S de Holt o *slow-reversal-hold-relax*, requiere un proceso que dura al menos 60 segundos y que consta de 3 fases para poder actuar sobre todos los fenómenos de reducción del tono muscular que regulan los diferentes reflejos neurofisiológicos del aparato muscular:

- En primer lugar, se busca una posición de máximo estiramiento mantenida 20 segundos, lo que permite inhibir el reflejo miotático, seguida de relajación.
- Posteriormente, se realiza la contracción isométrica del músculo que se quiere estirar durante 6 segundos, lo que permite actuar al reflejo de inervación autógena.

- Finalmente, se produce una contracción del antagonista de 6 segundos, lo que activa el reflejo de inervación recíproca (ya que al contraer un músculo, se relaja el músculo opuesto).
- Toda esta secuencia es seguida de relajación y una nueva repetición de los 3 procesos (estiramiento-contracción, agonista-relajación-contracción, antagonista-relajación).

Cada una de estas variantes de FNP es un método efectivo para aumentar la flexibilidad. Sin embargo, cada texto que define la técnica FNP contención-relajación (*hold-relax*) cita un tiempo de mantenimiento diferente para la contracción isométrica^{46,52-54}. Voss et al⁵⁴ proponen que el tiempo de contracción sea de 10 segundos, aunque no justifican el porqué. Anderson y Hall⁵⁵ utilizan diferentes tiempos de contracción (3, 6 o 10 segundos) basándose en un estudio realizado por Nelson y Cornelius⁵⁶ que valora la mejora de la amplitud de movimiento del hombro.

Bonnar et al⁵⁷, con el objetivo de valorar la eficacia de la técnica FNP *hold-relax*, establecen 3 grupos de estiramientos con diferentes tiempos de contracción: *3-s hold-relax*, *6-s hold-relax* y *10-s hold-relax*. La hipótesis inicial planteada afirma que “un mayor tiempo de contracción isométrica debería aumentar la inhibición autógena con el consecuente aumento de la flexibilidad”. Sin embargo, los resultados del estudio no muestran diferencias significativas en las ganancias de flexibilidad de la musculatura isquiosural entre los 3 grupos.

Así, Bonnar et al⁵⁷ plantean que a pesar de que en los 3 grupos se han producido avances significativos en el rango de movimiento, parece que los 3 segundos de contracción isométrica sería la opción más eficiente, debido a las limitaciones de tiempo y a la motivación del paciente para responder a un tiempo de contracción más reducido.

Con relación a la eficacia de la técnica FNP, Sady et al²⁴ compararon los efectos de diferentes técnicas de estiramiento sobre la flexibilidad del tronco, de los hombros y de la musculatura isquiosural en 43 hombres. Siguiendo 6 semanas de entrenamiento mediante estiramientos pasivos, balísticos y FNP, los resultados revelaron que con la técnica FNP se encontraban las mayores ganancias en las 3 áreas estiradas.

Sin embargo, y aunque existen otras investigaciones que apuntan que la técnica FNP es la más efectiva para mejorar la flexibilidad^{14,23,58-60} esto no ha sido demostrado consistentemente⁶¹⁻⁶⁴, y aparentemente, los resultados están relacionados con otros factores tales como la postura que se realiza durante el estiramiento⁶⁵ o la duración total del tiempo de estiramiento.

Además, una limitación de la utilización de esta técnica de estiramiento viene dada por el requerimiento de una segunda persona con experiencia^{46,66}, mientras que otras técnicas pueden ser realizadas fácilmente sin ayuda.

Stretching

Muy relacionada con la FNP, se encuentra una técnica que ha venido denominándose bajo la acepción de *Stretching*. En este apartado diferenciaremos el *Stretching* de Sölverborn⁶⁷ y el *Stretching* de Anderson⁶⁸.

Basado en el método de Kabat e inspirado por Knott y Voss⁴⁶, Sölverborn⁶⁷ describe una técnica de estiramiento en la cual se establece, inicialmente, una contracción isométrica intensa, seguida de una relajación muscular y un estiramiento de duración variada según diferentes autores^{69,70}. Estos autores trasladarán al campo deportivo los métodos y técnicas establecidos en el campo de la patología neuromuscular.

Solomonko⁷¹ y Ferret et al⁷² destacan la importancia de la realización de ejercicios de *stretching* como factor esencial dentro del proceso de preparación del deportista e indican que se pueden llegar a reducir las lesiones musculares.

Anderson⁶⁸ plantea un método basado en el mantenimiento de una posición de estiramiento muscular controlado durante un tiempo. Así, se realiza un estiramiento estático relajado durante 20 segundos, seguido de relajación y nuevo avance en el estiramiento de otros 20 segundos. Se trata de provocar relajación muscular por reflejo de estiramiento al estimular los husos neuromusculares debido a que cuando se estira un músculo, los sensores reciben esa tensión excesiva, con lo que envían una orden al músculo para que se relaje y disminuya la tensión (con lo que se gana recorrido muscular y se disminuye el tono muscular).

Después de relajarse en la posición de estiramiento, el reflejo comienza a hacer efecto y desaparece parte de la tensión, con lo que se puede avanzar a una nueva posición de estiramiento y repetir de nuevo el ciclo 2-3 veces. Esta técnica quedaría encuadrada dentro de las técnicas estáticas pasivas, siendo un buen método para reducir el tono muscular.

Efecto de las técnicas de estiramiento: evidencia científica

La gran variedad de técnicas de estiramiento existentes (estática, PNF, dinámica, balística, excéntrica) y los escasos estudios científicos que realizan comparaciones directas entre ellas no permiten determinar con rotundidad qué técnica de estiramiento es la más eficaz.

Los estudios que comparan directamente la eficacia de las diferentes técnicas de estiramiento (tabla 1), muestran como: *a*) a nivel cuantitativo, todas las técnicas de estiramiento producen incrementos significativos en el ROM articular, y *b*) no existe una evidencia consistente que indique que una técnica de estiramiento es superior a otra.

Sin embargo, desde el punto de vista cualitativo, determinados autores se han atrevido a expresar sus preferencias. En este sentido, Nelson y Bandy⁴⁵, tras comprobar que la técnica excéntrica o en tensión activa era igual de efectiva que la técnica estática-activa para el aumento del ROM de la flexión de cadera sugieren que la técnica excéntrica ofrece una mayor funcionalidad para el entrenamiento de la flexibilidad debido a que podría reducir la posibilidad de lesión por entrenar la musculatura a través de actividades activas-excéntricas de baja intensidad. En este sentido, dada la naturaleza dinámica del deporte, las mejoras observadas en el ROM y la resistencia pasiva máxima conseguidas con el estiramiento balístico, unido a la ausencia de lesiones documentadas tras su aplicación, LaRoche y Connolly⁷⁷ sugieren que el estiramiento balístico podría ser más apropiado cuando se realiza correctamente. Por el contrario, Webright et al⁷³ proponen el empleo de la técnica estática sobre la técnica dinámica porque el tiempo en ejecutar los estiramientos con la técnica estática es menor que con la técnica dinámica. Asimismo, Yuktasir y Kaya⁷⁸, tras comprobar que la técnica de estiramiento estática pasiva era igual de efectiva que la técnica de estiramiento FNP para la mejora del ROM en hombres adultos jóvenes ($n = 28$), sugieren la utilización de la primera de ellas debido a que es más fácil de ejecutar y no requiere de asistencia externa. Por su parte, Sainz de Baranda y Ayala⁴³ recomiendan el empleo de la técnica estática activa sobre la técnica estática pasiva argumentando que podría mejorar la coordinación intermuscular agonista-antagonista y proteger la integridad del raquis.

Tabla 1
Estudios que comparan directamente la eficacia de distintas técnicas de estiramiento

Autor	Grupos	Protocolo estiramiento	Resultados	Conclusiones autor/es
Pruebas de valoración				
Sady et al ²⁴ PEPR	a) Estática pasiva (n = 10) b) Balística (n = 11) c) PNF (n = 12) d) Control (n = 10)	5 semanas 5 días/semana a) 1 x 30 s = 30 s b) 6 x 5 rep c) 1 x 30 s = 30 s d) Control	a) ↑ 5,6° ROM b) ↑ 6,1° ROM c) ↑ 10,6° ROM d) ↑ 3,04° ROM	Todas las técnicas mejoran el ROM, pero la técnica PNF fue superior
Prentice ⁵⁹ PEPR	a) PNF-SRH (n = 23) b) Estática pasiva (n = 23) c) Control (n = 46)	10 semanas 3 días/semana a) 3 x 10 s = 30 s b) 3 x 10 s = 30 s c) Control	a) ↑ 12,04° ROM b) ↑ 7,86° ROM c) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM, pero la técnica PNF fue superior
Worrel et al ¹⁵ APP	a) Estática activa (n = 19) b) PNF (n = 19)	3 semanas 5 días/semana a) 4 x 20 s = 80 s b) 4 x 20 s = 80 s	a) ↑ 8,3° ROM b) ↑ 9,5° ROM	Todas las técnicas mejoran el ROM. No diferencias entre técnicas
Webright et al ⁷³ APA	a) Dinámica (n = 11) b) Estática pasiva (n = 15) c) Control (n = 14)	6 semanas 7 días/semana 2 sesiones/día a) 1 x 30 s = 30 s b) 1 x 30 rep = 30 rep c) Control	a) ↑ 8,9° ROM b) ↑ 10,2° ROM c) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM. Recomienda la técnica estática porque requiere menos tiempo que la técnica dinámica
Bandy et al ⁷⁴ APP	a) Estática pasiva b) Dinámica c) Control	6 semanas 5 días/semana a) 1 x 30s = 30 s b) 6 x 5 rep= 30r ep c) Control	a) ↑ 11,42° ROM b) ↑ 4,27° ROM c) NC	La técnica estática consigue el doble de ganancias en el ROM que la técnica dinámica. Cuestionan el uso de la técnica dinámica
Gribble et al ⁷⁵ PEPR	a) Estática pasiva (n = 16) b) PNF (n = 14) c) Control (n = 16)	6 semanas 3 días/semana a) 4 x 30 s = 120 s b) 4 x 30 s = 120 s	a) ↑ 33,08° ROM b) ↑ 35,18° ROM c) ↑ 8,9° ROM	Todos los grupos mejoran el ROM. Las técnicas de estiramientos fueron superiores. No diferencias entre técnicas
Nelson et al ⁴⁵ APP	a) Estática activa (n = 21) b) Excéntrica (n = 24) c) Control (n = 24)	6 semanas 3 días/semana a) 1 x 30 s = 30 s b) 6 x 5 s = 30 s c) Control	a) ↑ 12,05° ROM b) ↑ 12,79° ROM c) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM. No diferencias entre técnicas. La técnica excéntrica podría ser una opción más funcional para el entrenamiento deportivo
Davis et al ⁷⁶ APP	a) Estática activa (n = 5) b) Estática pasiva (n = 5) c) FNP (n = 5) d) Control (n = 4)	4 semanas 3 días/semana 1 x 30 s = 30 s	a) ↑ 11,50° ROM b) ↑ 23,70° ROM c) ↑ 13,10° ROM d) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM, pero la técnica estática pasiva fue superior
Laroche et al ⁷⁷ PEPR	a) Estática pasiva b) Balística c) Control	4 semanas 3 días/semana a) 10 x 30 s = 300 s b) 10 x 30 rep = 300 s c) Control	a) ↑ 9,5% ROM b) ↑ 9,3% ROM c) NC	Todas las técnicas mejoran el ROM. No diferencias entre técnicas. La técnica balística podría ser una opción más funcional para el entrenamiento deportivo
Yuktasir et al ⁷⁸ APP	a) PNF-CR (n = 9) b) Estática pasiva (n = 10) c) Control (n = 9)	6 semanas 4 días/semana a) 4 x 30 s = 120 s b) 4 x (10 s + 5 s + 15 s)	a) ↑ 15,4° ROM b) ↑ 19,2° ROM c) NC	Ambas técnicas de estiramiento mejoran el ROM. Recomienda la técnica pasiva porque es más sencilla y no requiere de ayuda externa para poder realizarla
Meroni et al ⁷⁹ APA	a) Estática activa b) Estática pasiva	6 semanas 4 días/semana 2 sesiones día a) 2 x (4 x 30 s) = 240 s b) 2 x (2 x [3 x 30 s]) = 360 s	a) ↑ 8,7° ROM b) ↑ 5,3° ROM	Ambas técnicas de estiramiento mejoran el ROM. La técnica activa es más eficaz que la técnica pasiva
Sainz de Baranda et al ⁴³ PEPR	a) Estática pasiva b) Estática activa c) Control	12 semanas 3 días/semana 1) 12 x 15s = 180 s 2) 6 x 30s = 180 s 3) 4 x 45s = 180 s	a1) ↑ 16,3° ROM a2) ↑ 16,1° ROM a3) ↑ 12,4° ROM b1) ↑ 17,1° ROM b2) ↑ 16,2° ROM b3) ↑ 16,8° ROM c) NS	Ambas técnicas de estiramiento mejoran el ROM. La técnica activa es más segura para la integridad del raquis

APP: test del ángulo poplíteo pasivo; NC: no cambios; PEPR: test pasivo de elevación de la pierna recta; rep: repeticiones; ROM: rango de movimiento; s: segundos.

Tabla 2

Descripción de las ventajas e inconvenientes de las técnicas de estiramiento más habituales en el ámbito clínico y físico-deportivo

Técnica	Ventajas	Inconvenientes
Balística Dinámica	Incremento de la flexibilidad dinámica ²²⁻²⁴ Reproducibilidad alta con el gesto técnico ¹⁸	Dificultad técnica ¹⁹ Posible riesgo de lesión (balística) ^{2,13,25} Requieren de un elevado gasto temporal ⁷³ Aparición del reflejo miotático (balística) ²⁶
Estática-pasiva	Incremento de la flexibilidad estática ^{10,36,37}	Requiere de un agente externo (compañero, pared, banco) para su puesta en marcha (estática-pasiva) ¹⁸
Estática-activa	Sencillez técnica ²⁷ Seguridad ^{14,18,31}	Escasa reproducibilidad con el gesto técnico
Tensión activa	Incremento de la flexibilidad estática ¹⁸ Mejora la tolerancia al trabajo excéntrico ⁷⁶	Requiere de un agente externo (compañero, pared, banco) para su puesta en marcha ¹⁹ Escasa reproducibilidad con el gesto técnico
FNP	Incremento de la flexibilidad estática ⁴⁶	Dificultad técnica ^{46,66}
Stretching	Podría incrementar fuerza, flexibilidad y coordinación ¹⁸	Requiere de un agente externo (compañero) para su puesta en marcha ^{46,66} Escasa reproducibilidad con el gesto técnico

FNP: facilitación neuromuscular propioceptiva.

Conclusiones

Existe una evidencia científica suficiente que demuestra que la aplicación sistemática de programas de estiramientos consigue mejoras crónicas en la flexibilidad. En la literatura científica se encuentran descritas un gran número de técnicas de estiramiento, cada una de ellas con una serie de ventajas e inconvenientes que podrán justificar su utilización en determinados contextos clínicos y físico-deportivos (tabla 2). En cuanto a eficacia se refiere, no parece existir una técnica más eficaz que otra, por lo que todas (estática-activa, estática-pasiva, dinámica, FNP) parecen ser eficaces para la mejora del ROM articular y, por tanto, podrán ser utilizadas y combinadas como parte del entrenamiento de la flexibilidad.

Financiación

Este trabajo es resultado del proyecto (06862/FPI/07) financiado con cargo al Programa de Formación de Recursos Humanos para la Ciencia y Tecnología de la Fundación Séneca, Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia. A su vez, este trabajo es resultado de la ayuda concedida por la Fundación Séneca en el marco del PCTRM 2007-2010, con financiación del INFO y FEDER de hasta un 80%.

Bibliografía

- Shellock FG, Prentice WE. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med*. 1985;2:267-78.
- Henricson AS, Fredriksson K, Persson I, Pereira R, Rostedt Y, Westlin NE. The effect of heat and stretching on the range of hip motion*. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1984;6:110-5.
- Ayala F, Sainz de Baranda P. Efecto de la duración y técnica de estiramiento de la musculatura isquiosural sobre la flexión de cadera. *Cultura Ciencia y Deporte*. 2008;8:93-9.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Gleim GW, McHugh MP, Kjaer M. Viscoelastic response to repeated static stretching in the human hamstring muscle. *Scand J Med Sci Sports*. 1995;5:342-7.
- Murphy DR. A critical look at static stretching: are we doing our patient harm? *Chiropractic Sports Med*. 1991;5:67-70.
- Sainz de Baranda P. El trabajo de la Flexibilidad en Educación Física: Programa de intervención. *Cultura, Ciencia y Deporte*. 2009;5:33-8.
- Gajdosik R, Giuliani C, Bohannon R. Passive compliance and length of the hamstring muscles of the healthy men and women. *Clin Biomechanical*. 1990;5:23-9.
- Halbertsma JP, Van Bolhuis AI, Göeken LN. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77:688-92.
- Magnusson SP. Passive properties of human skeletal muscle during stretch maneuvers. *Scand J Med Sci Sports*. 1998;8:65-77.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Dyhre-Poulsen P, Aagaard P, Mohr T, Kjaer M. Viscoelastic stress relaxation during static stretch in human skeletal muscle in the absence of EMG activity. *Scand J Med Sci Sports*. 1996;6:323-8.
- Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol*. 1996;497:291-8.
- Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1997;77:1090-6.
- Hartig DE, Henderson JM. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *Am J Sports Med*. 1999;27:173-6.
- Anderson B, Burke ER. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med*. 1991;10:63-86.
- Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;20:154-9.
- Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD Jr. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:371-8.
- Zebas CJ, Rivera MS. Retention of flexibility in selected joints after cessation of a stretching exercise program. En: Dotson CO, Humphrey JH, editors. *Exercise Physiology: Current Selected Research*. Nueva York: AMS Press; 1985. p.181-91.
- Nelson RT, Bandy WD. An update on flexibility. *Strength Cond J*. 2005;27:10-6.
- Sainz de Baranda P, Rodríguez-García PL, Santonja F, Andújar P. La columna vertebral del escolar. Barcelona: Wanceulen; 2006.
- Rodríguez PL, Santonja F. Los estiramientos en la práctica físico-deportiva. *Selección*. 2000;9:191-205.
- Decoster LC. Effects of hamstring stretching on range of motion: A systematic review updated. *Athle Train Sports Health Care*. 2009;5:209-13.
- Mahieu NN, McNair P, De Muynck M, Stevens V, Blanckaert I, Smits N, et al. Effect of static and ballistic stretching on the muscle-tendon tissue properties. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:494-501.
- Holt LE, Travis TM, Okita T. Comparative study of three stretching techniques. *Percept Mot Skills*. 1970;31:611-6.
- Sady SP, Wortman M, Blanke D. Flexibility training: ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Arch Phys Med Rehabil*. 1982;63:261-3.
- Worrell TW, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH. Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and noninjured athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1991;13:118-25.
- Guissard N, Duchateau J, Hainaut K. Muscle stretching and motoneuron excitability. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1988;58:47-52.
- Zachezewski JE. Improving flexibility. Filadelfia: JB Lippincott Co.; 1989.
- Rodríguez PL, Moreno JA. Justificación de la continuidad en el trabajo de estiramiento muscular para la consecución de mejoras en los índices de movilidad articular. *Apunts. Educación Física y Deportes*. 1997;48:54-61.

29. Fletcher IM, Jones B. The effect of different warm-up stretch protocols on 20 meter sprint performance in trained rugby union players. *J Strength Cond Res.* 2004;18:885-8.
30. Murphy DR. Dynamic range of motion training: An alternative to static stretching. *Chiropractic of Sports Med.* 1994;8:59-66.
31. Lashville AV. Active and passive flexibility in athletes specializing in different sports. *Teorig: Praktika Fizicheskoi Kultury.* 1987;7:51-2.
32. Safran MC, Seaber AV, Garrett WE Jr. Warm-up and muscular injury prevention. An update. *Sports Med.* 1989;8:239-49.
33. De Vries HA. Evaluation of static stretching procedures for improvement of flexibility. *Res Quarterly Exer Sport.* 1962;33:222-9.
34. Leighton JR. An instrument and technic for measurement of range of joint motion. *Arch Phys Med Rehabil.* 1955;36:571-8.
35. Vujnovich AL, Dawson NJ. The effect of therapeutic muscle stretch on neural processing. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;20:145-53.
36. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* 2001;90:520-7.
37. Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* 2002;92:595-601.
38. Avela J, Kyröläinen H, Komi PV. Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. *J Appl Physiol.* 1999;86:1283-91.
39. Guissard N, Duchateau J, Hainaut K. Mechanisms of decreased motoneurone excitation during passive muscle stretching. *Exp Brain Res.* 2001;137:163-9.
40. Moore MA, Hutton RS. Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Med Sci Sports Exerc.* 1980;12:322-9.
41. Winters MV, Blake CG, Trost JS, Marcello-Brinker TB, Lowe LM, Garber MB, et al. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2004;84:800-7.
42. White SG, Sahrman SA. A movement system balance approach to management of musculoskeletal pain. En: Grant R, ed. *Physical Therapy of the Cervical and Thoracic Spine.* Nueva York, NY: Churchill Livingstone Inc.; 1994. p. 339-57.
43. Sainz de Baranda P, Ayala F. Chronic flexibility improvement after 12 week of stretching program utilizing the ACSM recommendations: hamstring flexibility. *Int J Sports Med.* 2010;31:389-96.
44. Esnault M. Deux notions distinctes dans l'étirement musculaire de type Stretching: la tension passive et la tension active. *Annales Kinésithérapie.* 1988;15:69-70.
45. Nelson RT, Bandy WD. Eccentric training and static stretching improve hamstring flexibility of high school males. *J Athl Train.* 2004;39:254-8.
46. Knott M, Voss D. *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: Patterns and Techniques.* Nueva York: Harper and Row; 1968.
47. Adler SS, Berkers D, Buck M. La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva en la práctica. Guía ilustrada. Buenos Aires: Editorial Panamericana; 2002.
48. Sölveborn S-A. *Stretching.* Barcelona: Martínez Roca; 1987.
49. Sharman MJ, Cresswell AG, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching: mechanisms and clinical implications. *Sports Med.* 2006;36:929-39.
50. López T. Facilitación Neuromuscular Propioceptiva. *Sport y Medicina.* 1991;12:9-12.
51. Surburg PR, Schrader JW. Proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in sports medicine: a reassessment. *J Athl Train.* 1997;32:34-9.
52. Arnhem DD, Prentice WE. *Principles of athletic training.* St. Louis: Mosby; 1993.
53. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: Foundations and techniques.* 3.^a ed. Filadelfia, PA: Davis; 1996.
54. Voss DE, Ionta MK, Meyers BJ. *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation.* Filadelfia, PA: Harper and Row; 1985.
55. Anderson MK, Hall SJ. *Sports Injury Management.* Media, PA: Williams & Wilkins; 1995.
56. Nelson KC, Cornelius WL. The relationship between isometric contraction durations and improvement in shoulder joint range of motion. *J Sports Med Phys Fitness.* 1991;31:385-8.
57. Bonnar BP, Deivert RG, Gould TE. The relationship between isometric contraction durations during hold-relax stretching and improvement of hamstring flexibility. *J Sports Med Phys Fitness.* 2004;44:258-61.
58. Etnyre BR, Abraham LD. Gains in range of ankle dorsiflexion using three popular stretching techniques. *Am J Phys Med.* 1986;65:189-96.
59. Prentice WE. A comparison of static stretching and pnf stretching for improving hip joint flexibility. *J Athle Train.* 1983;56-9.
60. Wallin D, Eklblom B, Grahn R, Nordenborg T. Improvement of muscle flexibility. A comparison between two techniques. *Am J Sports Med.* 1985;13:263-8.
61. Condon SM, Hutton RS. Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflexion range of motion during four stretching procedures. *Phys Ther.* 1987;67:24-30.
62. Godges JJ, Macrae H, Longdon C, Tinberg C, Macrae PG. The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989;10:350-7.
63. Hartley-O'Brien SJ. Six mobilization exercises for active range of hip flexion. *Res Q Exer Sport.* 1990;51:625-35.
64. Lucas RC, Koslow R. Comparative study of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching techniques on flexibility. *Percept Mot Skills.* 1984;58:615-8.
65. Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrell TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci Sports Exerc.* 1992;24:1383-9.
66. Owings TM, Grabiner MD. Desperate ipsilateral and contralateral effects on concentrically vs eccentrically induced fatigue. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:141.
67. Anderson B. *Le stretching.* Paris: Solar; 1983.
68. Sölveborn S-A. *Le stretching du sportif: entraînement à la mobilité musculaire.* Paris: Chiron; 1982.
69. Durey A. Ce que le médecin peut attendre des techniques de stretching. *Annales de Kinésithérapie.* 1988;15:13-4.
70. Harichaux P. Le "Stretching", pourquoi et comment? *Annales de Kinésithérapie.* 1988;15:1.
71. Solomonko V. Assouplissement et mise en train du sportif grâce au "stretching". *Annales de Kinésithérapie.* 1988;15:45-8.
72. Ferret JM, Mathieu R, Videman R, Seiller M. Intérêts et limites des étirements chez l'enfant et l'adolescent footballeur. *Annales de Kinésithérapie.* 1990;17:305-8.
73. Webright WG, Randolph BJ, Perrin DH. Comparison of nonballistic active knee extension in neural slump position and static stretch techniques on hamstring flexibility. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;26:7-13.
74. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of static stretch and dynamic range of motion training on the flexibility of the hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27:295-300.
75. Gribble PA, Guskiewicz KM, Prentice WE, Shields EW. Effects of static and hold-relax stretching on hamstring range of motion using the flexibility LE1000. *J Sport Rehabil.* 1999;8:195-208.
76. Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* 2005;19:27-32.
77. LaRoche DP, Connolly DA. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am J Sports Med.* 2006;34:1000-7.
78. Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *J Bodyw Mov Ther.* 2009;13:11-21.
79. Meroni R, Cerri CG, Lanzarini C, Barindelli G, Morte GD, Gessaga V, et al. Comparison of active stretching technique and static stretching technique on hamstring flexibility. *Clin J Sport Med.* 2010;20:8-14.



Revisión

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: uma revisão sistemática

A.A. Fernandes^a, P.R.S. Amorim^a, T.N. Prímola-Gomes^a, M. Sillero-Quintana^b, I. Fernández Cuevas^b, R.G. Silva^a, J.C. Pereira^a e J.C.B. Marins^b

^aLaboratório de Performance Humana. Departamento de Educação Física. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa. MG. Brasil.

^bLaboratorio de Actividad Física. Instituto Nacional de Educación Física. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España.

Historia del artículo:

Recibido el 15 de febrero de 2012

Aceptado el 26 de agosto de 2012

Palabras clave:

Ejercicio.

Termografía.

Temperatura de la piel.

Termómetros.

La regulación de la temperatura corporal.

Key words:

Exercise.

Infrared thermography.

Skin temperature.

Thermometer.

Regulation of body temperature.

Correspondência:

Universidade Federal de Viçosa.

Departamento de Educação Física.

Av. PH Rolfs s/n - Campus Universitário.

CEP: 36570 000. Viçosa. MG. Brasil.

E-mail: alex.andrade@ufv.br

RESUMEN

Evaluación de la temperatura de la piel durante el ejercicio a través de la termografía infrarroja: una revisión sistemática

Objetivo. Describir los cambios en la temperatura de la piel (Tp) durante el ejercicio registrado por medio de termografía infrarroja.

Método. Se realizó una revisión sistemática de la literatura utilizando los términos ejercicio y termografía en las bases de datos de MEDLINE/PubMed, IEEEXplore y SciELO teniendo como principales factores de inclusión, estudios con humanos sin ningún tipo de problema físico o metabólico.

Resultados. Tras el proceso de exclusión, fueron seleccionados ocho artículos. La Tp tiende a disminuir al inicio del ejercicio, de manera que su magnitud depende de la duración e intensidad de la actividad propuesta. En ejercicios con carga progresiva se observa una continua reducción de la Tp en comparación con los valores de reposo. Sin embargo, en ejercicios prolongados, la Tp puede variar según la región corporal evaluada con reducción, mantenimiento o incluso un aumento térmico, como sucede en las principales regiones musculares involucradas en el ejercicio. La Tp presenta respuestas específicas durante el ejercicio en función de la región corporal y la necesidad de pérdida de calor.

Conclusión. La Tp disminuye en la fase inicial del ejercicio. La manera de realizar el ejercicio de perfil máximo o submáximo determina la respuesta de la Tp. No existe una respuesta homogénea en la Tp entre las diferentes regiones corporales, demostrando así la extrema complejidad del proceso de control de la temperatura central. Consecuentemente, la termografía infrarroja puede ser un valioso instrumento para hacer un seguimiento tanto de la respuesta térmica local como de la general.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Evaluation of skin temperature during exercise by infrared thermography: a systematic review

Objective. To describe the changes on Skin Temperature (Tsk) during exercise through Infrared Thermography.

Method. A systematic review of the current literature was made, using the keywords "exercise" and "thermography" on the database MEDLINE/PubMed, IEEEXplore and SciELO. The research was made including the articles done with healthy humans without any physical or metabolic impairment.

Results. After the exclusion process eight articles were selected. Tsk has the tendency to decrease at the beginning of the exercise, depending on the duration and intensity of the task. In graded exercises a continuous reduction on Tsk was observed. Nevertheless, a bigger duration could lead to different thermal responses depending on the body area: reduction, maintenance or even an increase on the main regions involved on the exercise. Tsk has specific thermal responses depending on the body region and the heat loss necessities.

Conclusion. Tsk decreases during the early stages of exercise. The thermal response will depend on the way of doing the maximal or submaximal exercise. There is a heterogeneous thermal response of Tsk between the different body regions, showing the extremely complexity of body temperature control. Therefore, Infrared Thermography could be a valuable tool in order to monitor both the local or the main thermal responses.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Introdução

Através dos receptores térmicos presentes na pele, o corpo humano reconhece as diferentes condições ambientais como frio ou calor, em que, para cada uma dessas condições, existe uma resposta fisiológica específica, como a vasoconstrição periférica, induzida pela baixa temperatura, ou a vasodilatação periférica, em resposta à temperatura elevada¹. A pele é um órgão fundamental na manutenção da temperatura central (Tc) dentro de uma faixa de normalidade 36,1-37,8°C, tendo em vista que esta deve ser preservada a fim de resguardar as funções vitais do organismo².

Durante a realização do exercício físico, ocorre um aumento da taxa metabólica e conseqüente aumento do calor interno^{3,4}. Isso modifica o equilíbrio térmico de perda e ganho de calor com o meio ambiente, sendo necessário ativar o mecanismo responsável pela perda de calor, mediado pelo complexo sistema de *feedback* hipotalâmico^{4,5}. Essas alterações implicam em uma redistribuição da circulação sanguínea das áreas inativas para as ativas durante o exercício. Posteriormente, com a continuidade do exercício, ocorre o redirecionamento do fluxo sanguíneo para a pele, com o objetivo de trocar calor com o meio ambiente^{1,6}. Dessa forma, o exercício é considerado um agente perturbador da homeostase térmica⁷.

Com exceção do exercício em ambiente aquático –onde o processo de perda de calor por condução está muito presente–, em atividades como a corrida e o ciclismo têm-se os mecanismos de radiação, convecção e principalmente evaporação como responsáveis pelo controle térmico⁵. Esses processos visam refrigerar a pele de forma que o sangue que a perfunde retorne às regiões corporais internas em uma menor temperatura, evitando, assim, um quadro perigoso de hipertermia⁸.

O monitoramento da temperatura retal, esofágica e gastrointestinal é considerado o procedimento mais recomendado para mensurar a Tc. Por sua praticidade e confiabilidade, a temperatura retal é o método mais utilizado, principalmente em estudos laboratoriais⁹. Contudo, para monitorar a temperatura da pele (Tp), diferentes métodos de avaliação têm sido utilizados, como por exemplo, os termômetros de mercúrio, químico e os diferentes tipos de termosensores de contato⁹⁻¹³. Destaca-se o fato de todos estes métodos envolverem contato entre o equipamento e a pele. Um tipo de termômetro que tem sido utilizado é o infravermelho, onde o contato com a pele não é necessário¹⁴. Outra possibilidade de monitoramento da Tp corresponde ao emprego da termografia infravermelha (TIR), em que é possível visualizar não somente uma região corporal de interesse (RCI) específica (análise local), como também uma visão ampla de todo o processo termorregulativo atuante, possibilitando uma visão global. Uma das principais vantagens dessa técnica corresponde ao fato que a leitura da Tp não requer contato físico com o avaliado¹⁴, mantendo, assim, seus movimentos de forma natural em condição de exercício.

A TIR pode ser considerada uma alternativa metodológica emergente nos estudos que envolvem a análise da Tp^{15,16}. Trata-se de uma técnica que estende a visão humana através do espectro infravermelho e permite visualizar a temperatura da superfície corporal em tempo real com alta sensibilidade, até 0,025°C, e precisão, chegando a 1%, de forma não invasiva e sem contato físico com o avaliado¹⁴⁻¹⁷. É importante destacar que essa técnica quantifica a temperatura irradiada da pele; situação diferente de um termosensor de contato, que capta por condução a temperatura, não somente da pele como também a temperatura corporal em tecidos mais profundos⁸. Essas diferenças nas formas físicas de registro da temperatura são importantes para compreender os complexos sistemas de perda de calor que são atuantes durante e após o exercício¹⁸⁻²⁰.

É importante estabelecer a maneira como os ajustes térmicos da Tp ocorrem durante as mais variadas formas de exercício físico. Isso possibilitará um maior conhecimento sobre os ajustes termorregulatórios, auxiliando na elaboração de melhores estratégias de refrigeração corporal, vestimentas adequadas quanto ao tipo de tecido, cor, quantidade, além do impacto dos procedimentos de hidratação, ou mesmo de certos medicamentos que podem afetar a termogênese corporal. São exemplos os diuréticos, consumidos, em muitos casos, pelos hipertensos que realizam exercício.

O emprego da TIR em condição de repouso já está bem descrito, sendo foco de estudos principalmente na área médica, associado ao câncer^{21,22}, a doenças circulatórias²³ ou a lesões musculares²⁴. Porém, são raros os estudos que utilizaram da TIR como a principal técnica de avaliação da Tp em situação de exercício. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é descrever as mudanças na Tp durante o exercício físico obtido através da TIR.

Métodos

Ao longo dos meses de fevereiro e março de 2012, realizou-se uma revisão sistemática com pesquisa bibliográfica da literatura específica, pelo período de janeiro de 1950 a fevereiro de 2011, utilizando-se os seguintes termos: (*exercise*) and (*thermography*). Estes foram pesquisados via Descritores em Ciência da Saúde/*Medical Subject Headings (MeSH)*, nas bases de dados da *MEDLINE/PubMed*, *IEEEExplore* e *SciELO*. As etapas da pesquisa e os critérios de inclusão e exclusão são apresentados na figura 1.

A pesquisa eletrônica foi realizada por dois avaliadores experientes neste tipo de assunto, de forma independente e em momentos distintos, sendo posteriormente cruzados os dados para verificar a concordância entre as pesquisas. No caso de discordância entre os avaliadores, um terceiro avaliador independente posicionava-se a respeito da inclusão ou exclusão do estudo.

Resultados

A figura 1 apresenta as etapas da pesquisa e os resultados em cada base de dados. Após uma análise detalhada considerando os critérios de in-

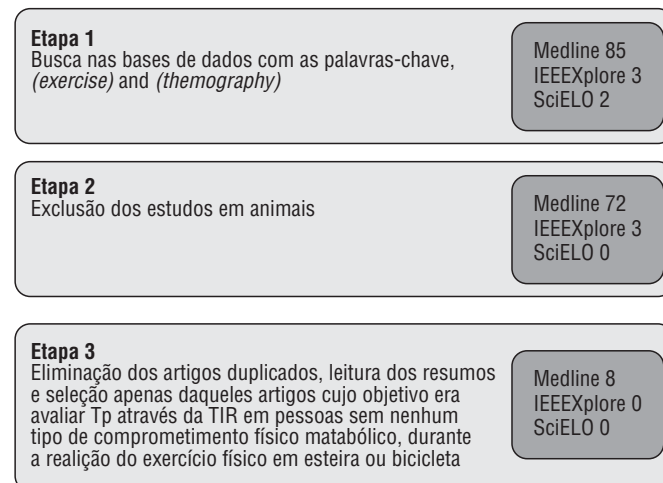


Fig. 1. Etapas da pesquisa e resultados em cada base de dados.
 Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 1

Resumo dos artigos sobre avaliação da Tp durante o exercício com termografia

Autor	Gênero	n	Protocolo de exercício	Principais resultados
Clark et al 1977 ²⁰	M	2	Corrida em câmara climática e ao ar livre a 11 °C, durante 1 h 15 min.	No início há ↓ da Tp em algumas regiões, com ↑ da Tp na musculatura ativa e posterior ↑ da Tp nas mãos e braços. Resposta similar da Tp ao ar livre e no ambiente de laboratório
Nakayama et al 1981 ²⁵	M	4	Exercício em bicicleta ergométrica durante 10 min e em três intensidades (150, 300 e 450Kpm/min)	Com início do exercício ↓ da Tp no peitoral, braços e mãos, ↓ mais acentuada com aumento da carga de exercício
Hirata et al 1989 ²⁶	M	8	Exercício em bicicleta ergométrica durante 30 min e ergômetro de braço pelo mesmo tempo	Após 20 min de exercício na bicicleta ↑ na Tp das mãos. Para o exercício de braço pequeno ↑ da Tp dos pés
Torii et al 1992 ²⁷	M	10	Exercício em bicicleta ergométrica com carga de trabalho 50 e 150W respectivamente. Tempo de exercício 9 min.	Com início do exercício ↓ da Tp no peitoral, braços e mãos, ↓ mais acentuada com aumento da carga
Hunold et al 1992 ²⁸	M; F	5;1	Exercício em bicicleta ergométrica durante 10 min com carga de 100W	↓ da Tp nos 5 primeiros min na musculatura ativa, seguida de posterior ↑
Zontak et al 1998 ¹⁹	M	10	Exercício em bicicleta ergométrica a 50 e 70% do VO ₂ ^{máx} . durante 20 min. Teste progressivo máximo	↓ da Tp dos dedos e das mãos no início do exercício, seguida de um ↑ após 8 min, resposta igual para intensidades 50 e 70% ↓ da Tp das mãos durante toda realização de um teste máximo
Vainer 2005 ²⁹	M	2	Exercício em bicicleta ergométrica durante 60 min.	↑ da Tp da musculatura da ativa, após o período de exercício. ↓ da Tp na região do peitoral nos primeiros 15 min de exercício
Merla et al 2010 ³⁰	M	15	Teste progressivo máximo em esteira	↓ da T nas coxas e antebraços no início do exercício e posterior ↑ durante a recuperação

F: feminino; M: masculino; ↑: aumento; ↓: redução.

Fonte: dados da pesquisa.

clusão e exclusão presentes nas diferentes etapas, somente 8 (oito) artigos com seres humanos foram considerados para avaliação documental.

Na tabela 1 são apresentados os principais resultados dos artigos em humanos discutidos nesta revisão apresentando o gênero, o número de avaliados, o protocolo de exercícios, bem como os principais resultados.

Discussão

O principal objetivo deste estudo foi descrever as alterações na Tp durante exercício obtido através da TIR. Tomando como base os critérios de seleção adotados (fig. 1), é surpreendente o escasso número de estudos que envolveram a TIR em condições de exercício, indicando, assim, um campo de estudo que ainda deve ser aprofundado.

Ao analisar a cronologia das pesquisas que utilizaram a TIR para avaliação da Tp durante o exercício, temos que o primeiro estudo data de 1977 Clark et al²⁰, seguido de mais dois trabalhos na década de 1980^{25,26}, três na década de 1990^{19,27,28}, um em 2005²⁹ e o mais recente em 2010³⁰. O reduzido número de estudos recentes aplicando a TIR em situação de exercício pode ser explicado pela preferência dos laboratórios de pesquisa por outros equipamentos, como os termosensores de contato; uma vez que os equipamentos de TIR mais antigos apresentavam como principais pontos negativos a dificuldade de mobilidade, a baixa resolução e o alto custo. Entretanto, atualmente estes equipamentos são portáteis, apresentam alta sensibilidade térmica, resolução e precisão nas medidas, tornando-se uma alternativa interessante para o estudo das respostas termorregulatórias durante o exercício.

A diversidade de resultados apresentados entre os oito estudos avaliados é decorrente de duas condições bem diferentes na forma de exercício proposto. Alguns estudos se caracterizaram por manter a intensidade constante durante certo período de tempo com atividade sustentada^{20,25-29}, enquanto outros testaram em dias distintos os efeitos de diferentes intensidades de exercício, porém sem atingir ao máxi-

mo^{25,27}. Já os trabalhos de Zontak et al¹⁹ e Merla et al³⁰ submeteram os avaliados em uma escala progressiva até sua capacidade máxima. Está claro que essas ações metodológicas diferenciadas são determinantes para tipo de resposta da Tp.

Um ponto em comum de todos os estudos apresentados na tabela 1 foi a uma redução da Tp em diversas RCI nos momentos iniciais do exercício. Para os autores pesquisados essa redução inicial ocorre devido a uma ação de direcionamento do fluxo sanguíneo para a musculatura ativa, gerada por uma vasoconstrição cutânea reflexa. Considerando que essa resposta foi observada em diferentes partes do corpo, nos momentos iniciais do exercício onde a produção de suor ainda não está presente, pode-se considerar que esses ajustes sanguíneos na pele utilizam do processo de vasoconstrição dos vasos sanguíneos. Sendo assim, oferece maior fluxo de sangue e, conseqüentemente, mais oxigênio para a região muscular que está sendo exercitada³¹.

Contudo, superada essa fase inicial do exercício, com uma queda da Tp, as respostas poderão ser diferentes em função de uma série de fatores. Dentre esses se destacam como principais a duração e a intensidade do exercício. Quando sustentado por maior tempo com a mesma intensidade, observa-se uma elevação da Tp nas regiões das mãos, antebraços e braços, e, principalmente, nas regiões em exercício, como no estudo de Clark et al²⁰. Este autor, durante uma corrida de 75 minutos, registrou um aumento da Tp durante o exercício na musculatura ativa, sendo esta resposta em decorrência da transferência de calor direta dos músculos ativos para a superfície da pele. Outros exemplos correspondem ao trabalho de Hirata et al²⁶, em que se observou um aumento acentuado da Tp nas mãos após 20 minutos de exercício; de Zontak et al¹⁹, com aumento da Tp nas mãos após 8 minutos; e de Hunold et al²⁸, em que esse aumento foi identificado com apenas 10 minutos na musculatura ativa durante trabalho contínuo.

O aumento da temperatura das mãos^{19,20,26} poderia justificar a prática adotada por alguns atletas em provas de triathlon tipo Ironman, que utilizam luvas colocando pedras de gelo em seu interior, visando aumentar

a capacidade de refrigeração do sangue. Esta pode ser uma estratégia válida de forma que a TIR poderia contribuir para estabelecer a magnitude deste impacto na Tp.

Por outro lado, quando o exercício apresenta uma progressão da intensidade de forma contínua até o máximo e duração inferior a 15 minutos a temperatura da pele é reduzida, como ocorreu nos trabalhos de Zontak et al¹⁹ e Merla et al³⁰. Nestes, durante 12 minutos de exercício de corrida de forma progressiva, houve uma redução na Tp em todos os pontos monitorados, sendo de aproximadamente de 5,0°C nos antebraços, 3°C no tronco e 4,6°C nos quadríceps. Esse fenômeno estaria, em grande parte, sendo causado pelo processo de evaporação do suor na pele na tentativa de aumentar a diferença de gradiente térmica entre a pele e o sangue, de forma que, ao resfriá-lo, mantenha a temperatura interna em níveis aceitáveis¹. O incremento constante da carga de exercício, como realizado nos trabalhos supracitados, também tem sido associado por causar uma resposta vasoconstritora cutânea de forma contínua, dependente do sistema adrenérgico^{1,31}.

Os trabalhos que fizeram aumento gradual de intensidade em diferentes estágios em cicloergômetro, sem atingir o máximo, também observaram uma resposta de redução da Tp, como foi o caso de Nakayama et al²⁵ e Torii et al²⁷, com três e duas cargas submáximas, respectivamente.

Não existem dúvidas que durante a realização de um exercício ocorre um aumento da Tc diretamente dependente da intensidade do mesmo^{32,33}. Entretanto, para que essa temperatura não atinja níveis perigosos o hipotálamo por meio de vários estímulos nervosos (centrais e periféricos), como a temperatura do sangue, pressão arterial e nível de atividade metabólica, controla os mecanismos vasoconstricção em áreas inativas e vasodilatadoras para a pele, de forma que em condições extremas se pode atingir entre 6 e 8 l/min de sangue¹. Esse maior fluxo de sangue para a pele tem duas funções na tentativa de resfriá-la: a) estimular as glândulas sudoríparas para produzirem mais suor, que, por sua vez, quando evaporado possa refrescar a pele e conseqüentemente o sangue reduzindo o calor corporal¹; b) baixar a temperatura do sangue por meio do processo de convecção quando o ambiente está mais frio do que a pele^{1,8}. Assim, a TIR capta a temperatura irradiada da pele, obtendo um registro sobre o que está ocorrendo nesse contexto físico⁸.

Não foram identificados estudos que utilizaram a TIR em situações de exercício contínuo de longa duração com mais de duas horas de atividade, como em provas de triatlão, maratona ou ciclismo. Nessas situações, o nível de desidratação pode atingir níveis perigosos em função da elevada perda hídrica e de condições ambientais desfavoráveis de calor e umidade, ou mesmo pelo inadequado consumo de líquidos, provocando, assim, em casos mais extremos, uma interrupção do mecanismo de sudorese. Isso provocaria um aumento da Tc^{5,34,35} como Tp⁵, podendo essa última ser captada pela TIR, o que evitaria que os praticantes atingissem níveis térmicos críticos. Dessa maneira, a TIR poderia ser aplicada como forma de prevenção em provas de longa duração onde são habituais registros de distúrbios térmicos⁵.

A TIR pode ilustrar a complexidade do controle térmico nas diferentes partes do corpo. No trabalho de Hunold et al²⁸, por exemplo, foi possível observar que dentro da distância de alguns centímetros podem ser encontradas diferenças superiores a 3°C na Tp e diferenças na microcirculação da pele de até 300%. Esses achados são importantes, pois indicam como é dinâmico e complexo o processo de vasodilatação e vasoconstricção durante a realização do exercício. Nesse sentido, a TIR seria útil para mapear a superfície da pele com o objetivo de determinar os pontos de fixação dos termosensores de contato.

Em função do número restrito de trabalhos encontrados sobre essa temática, do baixo número de sujeitos avaliados em alguns estudos^{20,25,28,29} e conseqüente ausência de tratamento estatístico, deve-se ter prudência ao analisar as conclusões desses estudos. Os resultados apontam para evidências científicas importantes e que devem ser confirmadas ou rejeitadas em outras investigações com desenhos metodológicos mais elaborados.

Como toda tecnologia, a TIR apresenta algumas limitações: a) devem ser desenvolvidos *softwares* de análises de imagens termográficas adaptados a seres humanos que sejam capazes de analisar imagens de forma mais rápida e com diferenciação das RCI; b) deve ser considerada a possibilidade de diversidade de resultado em função das diferentes câmeras de TIR existentes no mercado; c) um grande número de câmeras possui uma margem de erro de 2% sobre o valor de leitura, necessitando melhorar sua precisão.

Apesar dessas limitações, a TIR pode ser uma ferramenta importante para o entendimento da resposta térmica da pele durante o exercício. Existem várias possibilidades de estudo relacionando os ajustes termorregulatórios com o exercício em diferentes populações como mulheres, crianças e idosos; além do nível de interferência de diferentes condições ambientais (temperatura e umidade), tipo de vestimentas, ações de hidratação, medicamentos, assim como formas de exercício diversificadas em ambientes aquáticos ou de perfil acíclico intermitente como o futebol, handebol e outras modalidades. Dessa forma, existe uma diversidade de novas linhas de investigação ainda não exploradas e interessantes sobre as respostas térmicas, obtida através da TIR, permitindo uma análise da Tp tanto global como local, procedimento inviável com outras formas de registro da Tp.

Conclusões

Com base nas evidências científicas encontradas, conclui-se que a Tp diminui na fase inicial do exercício. Posteriormente, dependendo da forma de realização da atividade quanto à duração e intensidade, a Tp pode continuar uma curva descendente, principalmente quando o exercício for progressivo até níveis máximos e de curta duração. Ou, por outro lado, aumentar nas regiões musculares ativas do exercício quando este for mantido com intensidade constante ou duração média e longa. Também é evidente que não existe uma resposta homogênea na Tp entre as diferentes regiões corporais. Isso indica que o processo de controle da Tc é extremamente complexo, de forma que a TIR pode ser um instrumento valioso para analisar tanto a resposta térmica local como global da Tp nas diferentes formas de prática de exercício físico.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de pós-doutorado na área de termografia. À CAPES, pela bolsa de mestrado.

RESUMO

Objetivo. Descrever as alterações na temperatura da pele (Tp) durante exercício através da termografia infravermelha (TIR).

Método. Realizou-se uma revisão sistemática da literatura utilizando os termos (*exercise*) and (*thermography*) nas bases de dados da MEDLINE/PubMed,

IEEExplore e SciELO, tendo como principais fatores de inclusão, estudos com humanos e sem nenhum tipo de comprometimento físico e metabólico durante a realização do exercício físico.

Resultados. Foram selecionados, após processo de filtragem, oito estudos. A Tp tende a diminuir nos momentos iniciais da execução do exercício, sendo sua magnitude dependente da duração e intensidade da atividade proposta. Em exercícios com carga progressiva observa-se uma contínua redução da temperatura da pele em comparação aos valores de repouso. Contudo, em exercícios prolongados, a Tp pode variar segundo a região corporal analisada com redução, manutenção ou mesmo aumento – como é o caso das regiões musculares principais envolvidas no exercício. A Tp apresenta respostas específicas em cada região corporal durante a realização do exercício em função da necessidade de perder calor.

Conclusão. A Tp diminui na fase inicial do exercício. A forma de execução deste de perfil máximo ou submáximo irá determinar a resposta da Tp. Não existe uma resposta homogênea na Tp entre as diferentes regiões corporais indicando assim ser extremamente complexo o processo de controle da temperatura central, de forma que a TIR pode ser um instrumento valioso para analisar tanto a resposta térmica tanto local como global.

Palavras-chave:

Exercício.

Termografia.

Temperatura da pele.

Termômetros.

Regulação da temperatura corporal.

Referências

- Charkoudian N. Mechanisms and modifiers of reflex induced cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans. *J Appl Physiol.* 2010;109:1221-8.
- Campbell I. Body temperature and its regulation. *Anaesth Intensive Care.* 2011;12:240-4.
- Schlader ZJ, Stannard SR, Mündel T. Human thermoregulatory behavior during rest and exercise - a prospective review. *Physiol Behav.* 2010;99:269-75.
- Shibasaki M, Wilson TE, Crandall CG. Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. *J Appl Physiol.* 2006;100:1692-701.
- Marins JCB. Hidratação na atividade física e no esporte: equilíbrio hidromineral. 1.ª ed. Jundiaí: Fontoura; 2011.
- Mekjavic IB, Eiken O. Contribution of thermal and nonthermal factors to the regulation of body temperature in humans. *J Appl Physiol.* 2006;100:2065-72.
- Crandall CG, Wilson TE, Kregel KC. Mechanisms and modulators of temperature regulation. *J Appl Physiol.* 2010;109:1219-20.
- Pascoe DD, Mercer JD, Weerd L. Physiology of thermal signals. En: Diakides NA, Bronzin, JD, editors. *Medical Infrared imaging.* Boca Raton: CRC Press; 2008. p. 6-20.
- Lim CL, Byrne C, Lee JK. Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical settings. *Ann Acad Med Singapore.* 2008;37:347-53.
- Uslu S, Ozdemir H, Bulbul A, Comert S, Bolat F, Can E, et al. A comparison of different methods of temperature measurements in sick newborns. *J Trop Pediatr.* 2011;57:418-23.
- Van Marken Lichtenbelt WD, Daanen HA, Wouters L, Fronczek R, Raymann RJ, Severens NM, et al. Evaluation of wireless determination of skin temperature using iButtons. *Physiol Behav.* 2006;88:489-97.
- Davie A, Amooore J. Best practice in the measurement of body temperature. *Nurs Stand.* 2010;24:42-9.
- López RM, Cleary MA, Jones LC, Zuri RE. Thermoregulatory influence of a cooling vest on hyperthermic athletes. *J Athl Train.* 2008;43:55-61.
- Martins A, Sá VWB. Variation of skin temperature during and after contrast bath therapy. *Rev Andal Med Deporte.* 2011;4:129-34.
- Vargas JVC, Brioschi ML, Dias FG, Parolin MB, Mulinari-Brenner FA, Ordonez JC, et al. Normalized methodology for medical infrared imaging. *Infrared Phys Techn.* 2009;52:42-7.
- 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.
- Lagüela S, González-Jorge H, Armesto J, Arias P. Calibration and verification of thermographic cameras for geometric measurements. *Infrared Phys Techn.* 2011;54:92-9.
- Hildebrandt C, Raschner C, Ammer K. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. *Sensors (Basel).* 2010;10:4700-15.
- Zontak A, Sideman S, Verbitsky O, Beyar R. Dynamic thermography: analysis of hand temperature during exercise. *Ann Biomed Eng.* 1998;26:988-93.
- Clark RP, Mullan BJ, Pugh LG. Skin temperature during running-a study using infra-red colour thermography. *J Physiol.* 1977;267:53-62.
- Levy A, Dayan A, Ben-David M, Gannot I. A new thermography-based approach to early detection of cancer utilizing magnetic nanoparticles theory simulation and in vitro validation. *Nanomedicine.* 2010;6:786-96.
- Kontos M, Wilson R, Fentiman I. Digital infrared thermal imaging (DITI) of breast lesions: sensitivity and specificity of detection of primary breast cancers. *Clin Radiol.* 2011;66:536-9.
- 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.
- Brioschi ML, Macedo JF, Macedo RAC. Termometria cutânea: novos conceitos. *J Vas Bras.* 2003;2:151-60.
- Nakayama T, Ohnuki Y, Kanosue K. Fall in skin temperature during exercise observed by thermography. *Jpn J Physiol.* 1981;31:757-62.
- Hirata K, Nagasaka T, Noda Y. Venous return from distal regions affects heat loss from the arms and legs during exercise-induced thermal loads. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1989;58:865-72.
- Torii M, Yamasaki M, Sasaki T, Nakayama H. Fall in skin temperature of exercising man. *Br J Sports Med.* 1992;26:29-32.
- Hunold S, Mietzsch E, Werner J. Thermographic studies on patterns of skin temperature after exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992;65:550-4.
- Vainer BG. FPA-based infrared thermography as applied to the study of cutaneous perspiration and stimulated vascular response in humans. *Phys Med Biol.* 2005;50:R63-94.
- 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.
- Johnson JM. Exercise in a hot environment: the skin circulation. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20 Suppl 3:29-39.
- Hue O, Antoine-Jonville S, Galy O, Blanc S. Maximal oxygen uptake, ventilatory thresholds and mechanical power during cycling in tropical climate in Guadeloupean elite cyclists. *J Sci Med Sport.* 2010;13:607-12.
- Stannard AB, Brandenburg JP, Pitney WA, Lukaszuk JM. Effects of wearing a cooling vest during the warm-up on 10-km run performance. *J Strength Cond Res.* 2011;25:2018-24.
- Terrados N, Calleja-González J, Schelling X. Bases fisiológicas comunes para deportes de equipo. *Rev Andal Med Deporte.* 2011;4:84-8.
- García-Jiménez JV, Yuste JL. Pérdida de peso y deshidratación en atacantes durante partidos oficiales de fútbol sala. *Rev Andal Med Deporte.* 2010;3:52-6.



Estudio de caso

ARTÍCULO EN INGLÉS

Muscular strength, bone density and body composition of a woman with systemic lupus erythematosus submitted to a resistance training program: a case report

C.J. Borba-Pinheiro^{a,b,c}, N.M. Almeida de Figueiredo^a, A. Walsh-Monteiro^b, M.C. Gurgel de Alencar Carvalho^{a,g}, A. Janotta Drigo^d, N. Souza Lima da Silva^e, M. Pereira de Souza Alves^f and E.H. Martin Dantas^a

^aUniversidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Programa de Pós Graduação Stricto Sensu (Doutorado/PPGEnfBio). Rio de Janeiro. Brasil.

^bInstituto Federal do Pará (IFPA). Laboratorio de Biociencias y Comportamiento. Campus Tucuruí. Pará. Brasil.

^cUniversidade do Estado do Pará (UEPA) Campus XIII. Laboratory of Resistance Training for Health. Tucuruí. Pará. Brasil.

^dUniversidade Estadual Paulista (UNESP). Júlio de Mesquita Filho. Campus Rio Claro. São Paulo. Brasil.

^eLaboratório de atividade física e promoção da saúde (LABSAU). Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Rio de Janeiro. Brasil.

^fQuinta D'or Hospital. Coordinator of the Rheumatology section. Specialist in Rheumatology for the Brazilian Society of Rheumatology.

^gColégio Pedro II (Federal Autarchy since 1837). Rio de Janeiro. Brasil.

History of the article:

Received March 15, 2012

Accepted April 30, 2012

Key words:

Resistance training.

Systemic lupus erythematosus.

Muscle strength.

Bone density.

Body composition.

Palabras clave:

Entrenamiento de resistencia.

Lupus eritematoso sistémico.

Fuerza muscular.

Densidad ósea.

Composición corporal.

Correspondence:

C.J. Borba-Pinheiro.

Instituto Federal do Pará

Street Canadá n.º 40, District/Vila Permanente.

Postal Code 68464-000, Tucuruí-PA/Brazil.

E-mail: borba.pinheiro@ifpa.edu.br

ABSTRACT

Introduction. Physical activity can provide long-term benefits for systemic lupus erythematosus (SLE).

Objective. This study sought to demonstrate the effects of progressive resistance training on the muscular strength, bone mineral density (BMD) and body composition of pre-menopausal women with SLE undergoing glucocorticoid (GC) treatment.

Materials and Methods. This is the case report of a 43-year-old African-South American premenopausal woman with non-extensive SLE and low bone density. A six-month program with three bimonthly cycles of 70%, 80%, and 90% intensity according to the 10 maximum-repetition test was used. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) was used to measure the BMD, T-scores and body composition, and indirect fluorescence was used to measure the levels of antinuclear antibodies. Student's t-test was used.

Results. Statistical improvement was noted in all strength exercises, including the 45° leg press ($\Delta\% = +50\%$, $p < 0.001$) and knee extension ($\Delta\% = +15\%$, $p = 0.003$) to maintain the BMD of the L₂-L₄ lumbar ($\Delta\% = +0.031\%$; $p = 0.46$) as well as the trochanter ($\Delta\% = +0.037\%$; $p = 0.31$) and BMI ($\Delta\% = -0.8$, $p = 0.54$).

Conclusion. In this case study, the presented methodology had a positive effect on strength and contributed to the maintenance of BMD and body composition in a woman with SLE undergoing GC treatment.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

RESUMEN

Fuerza muscular, densidad ósea y composición corporal de una mujer con lupus eritematoso sistémico sometido a un programa de entrenamiento de resistencia

Introducción. La actividad física puede proveer beneficios a largo plazo para el lupus eritematoso sistémico (LES).

Objetivo. Esta investigación busca demostrar los efectos del entrenamiento de resistencia progresiva sobre: la fuerza muscular, la densidad mineral ósea (DMO) y la composición corporal de una mujer premenopáusicas con LES sometido a tratamiento con glucocorticoides.

Materiales y Métodos. Una mujer con 43 años de edad, afrodescendiente, premenopáusicas con LES sin gravedad y baja DmO fue sometida a programa de 6 meses con 3 ciclos bimestrales de 70, 80 y 90% de intensidad, considerando un test de fuerza máxima de 10 repeticiones máximas. Se utilizó, para medir la DMO, la absorptiometría de doble energía con rayos X, evaluando los T-scores, el índice de masa corporal y la fluorescencia indirecta para medir los anticuerpos antinucleares. Para la comparación de medias de variables, se utilizó el test de la T de Student.

Resultados. Se observó mejora en la fuerza, incluyendo ($\Delta\% = 50\%$, $p < 0,001$) en la prensa de piernas de 45°, ($\Delta\% = 15\%$, $p = 0,003$) en la extensión de la rodilla, como el mantenimiento de la DMO de la columna lumbar L2-L4 ($\Delta\% = 0,031\%$, $p = 0,46$) y trocánter ($\Delta\% = 0,037\%$, $p = 0,31$), además de mantener el índice de masa corporal ($\Delta\% = -0,8$, $p = 0,54$).

Conclusión. En este estudio de caso, se observaron efectos positivos sobre la fuerza muscular e indicios de mantenimiento de la DMO y de la composición corporal de una mujer con LES en tratamiento con glucocorticoides.

© 2012 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Introduction

Systemic lupus erythematosus (SLE) is a chronic inflammatory immune system disease of unknown etiology in which antibodies and immune complexes injure different cells and tissues¹. The risk for SLE development has a genetic component that is often associated with environmental factors and lifestyle choices, such as solar radiation exposure, stress, sedentary behavior, and the use of certain medications, that tend to trigger disease manifestation².

SLE can occur in all ethnic and age groups, and it is more severe in children and young adults despite being more frequently diagnosed in women of reproductive age³. The SLE diagnosis was established by the American College of Rheumatology in 1982 and revised in 1997⁴, and it is based on the presence of at least four of eleven criteria, including discoid lesions (erythematous), photosensitivity, arthritis (non-erosive with pain, swelling, and joint effusion) and abnormal titers of antinuclear antibodies (ANA)⁴. Although there are many criteria related to the SLE diagnosis, the positive result of ANA revealed by immunofluorescence may be indicative of the diagnosis⁵.

For the treatment of SLE, glucocorticoids (GC) are among the drugs used most commonly because they have an anti-inflammatory effect that reduces pain and immunosuppression, which inhibits the synthesis of autoantibodies⁶. However, the main adverse effects resulting from the prolonged use of GC include a reduction in bone mineral density (BMD)⁶. In addition, the sarcopenia is another effect that reduces muscle mass and consequently the strength with negative consequences for the functional autonomy, with an increased risk of falls⁷.

Most existent studies have investigated aerobic capacity⁸⁻¹¹, and few studies have focused on the effects of resistance training (RT) in older women with SLE¹¹.

The studies suggest that physical activity can provide long-term benefits for SLE^{8,10} and that measures aimed at improvement through physical exercise can contribute to overall functional performance, fatigability, social stress and quality of life in individuals affected by diseases that result in bone demineralization by helping to control BMD loss^{8,9,11}.

Among the different types of physical activities, RT has demonstrated effectiveness in treating women with low BMD through effective control of the volume and intensity of loads to favor strength and BMD increases¹²⁻¹⁴. In addition, the RT can protect against sarcopenia. This process produces important and severe effects on the functional autonomy and quality of life in older women and is the most frequent cause of disability, dependency and increased or morbi-mortality⁷. However, few studies related to SLE and physical activity, especially regarding RT, have been presented in the literature⁸. Thus, this case study aimed to demonstrate the effects of progressive RT on BMD and muscle strength in premenopausal women with SLE treated with GC.

Materials and methods

The individual in this intra-subject study was a 43-year-old premenopausal female volunteer with normal ovulation, who was 155 cm in height and weighed 52 kg. The subject did not engage in any physical activity for four months, even though she used to practice RT and walked regularly before this period. She is an African-South American woman, whose disease was detected 15 years ago. However, she did not have extensive SLE, nor was her system compromised by

lupus. In addition, the volunteer had a history of chronic arthritis with pain, edema and photosensitivity. The patient also presented ANA 1:160 (fine speckled), which can suggest the presence of positive anti-SSa/Ro. The fact that the patient presented negative anti-DNA and anti-Sm (Smith) does not exclude the diagnosis of lupus, as the patient did not present signs or symptoms of dry mouth syndrome, which rules out the diagnosis of Sjögren's syndrome.

The volunteer had normal functional activity and carried out her daily work activities. Her treatment, prescribed by the physician in charge, was based on the daily use of 7.5 mg/day of GC and 6 mg/kg/day of hydroxychloroquine sulfate; the dose was adjusted as necessary throughout the study period. In addition, the volunteer was not taking medication for anti-conception for more than 20 years and was also not taking medications such as bisphosphonates for low BMD. However, less than 5 years prior to the study, the volunteer had begun taking vitamin D⁺/day (400 UI). This regimen was continued throughout the study period.

The volunteer agreed to the presentation of her case for scientific research purposes by signing an informed consent form. The project was approved by the research ethics committee at the University Castelo Branco-RJ COMEP / PROCIMH under proposal number 0171/2008.

The osteopenia diagnosis was obtained using a dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) machine manufactured by Lunar[®] (USA; DPX class with a 750- μ A current, calibrated daily). A medical specialist performed the examination with the volunteer in a supine position on the equipment table with her legs supported at an immobile 30° angle. Scanning was performed in the region of the right femur and lumbar spine. The variables provided by DXA were body composition (height, mass and BMI), BMD (g/cm²) and negative *T-scores* for the lumbar spine L₂-L₄, femoral neck, and trochanter.

Based on the DXA, the BMD of the lumbar L₂-L₄ was 0.904 g/cm² with a *T-score* of -2.46 standard deviations (SD). For the femoral neck, the BMD was 0.764 g/cm² with a *T-score* of -1.80 SD; for the trochanter, the BMD was 0.677 g/cm² with a *T-score* = -1.03 SD.

Because the subject had already practiced RT and did not present swollen joints or muscle soreness, the RT followed the timeline proposed by Borba-Pinheiro et al^{12,13} using bimonthly cycles, with the 10 maximum repetition test (10RM) performed at progressive intensities. The subject performed the 10 RM test at the beginning and the end of each cycle over the six-month training period (table 1). Each training session lasted sixty minutes and was performed three times per week on alternate days.

The volunteer performed nine exercises: the 45° leg press, knee extension, hip adduction, plantar flexion, gluts, squats, elbow flexion, elbow extension, and shoulder adduction. The equipment used for the training was manufactured by Pró-Physical[®] (Brazil).

Results

At the end of the six-month period, new evaluations were conducted, and the volunteer demonstrated maintenance of the BMD and *T-scores*. The absolute percentage difference was calculated by subtracting the initial test from the post-test [$\Delta\%$ = post-test - pre-test]. Then, Student's *t*-test for BMD variables was used, as shown in table 2.

Table 3 presents the percentage improvements in muscle strength observed throughout the progressive load increase utilized in the three 10RM tests.

Table 1
Periodization of Resistance Training

Six months		
Bi-months – Cycle 1	Bi-months – Cycle 2	Bi-months – Cycle 3
Intensity – 70%	Intensity – 80%	Intensity – 90%
9 exercises	9 exercises	9 exercises
3 sessions	3 sessions	3 sessions
15 – 20 repetitions	8 – 10 repetitions	5 – 7 repetitions
VME – Moderate	VME – Maximum	VME – Slow
Interval sessions – 40 sec	Interval sessions – 60 sec	Interval sessions – 60 sec
Interval exercises – 60 sec	Interval exercises – 60 sec	Interval exercises – 60 sec

VME: Velocity of movement execution. Borba-Pinheiro et al^{12,13}.

Table 2
Study Variables

Variables	Pre-test	Post-test	Δ%	p-value
Mass (kg)	52.0	50.0	-2.0	0.52*
Height (cm)	155.0	155.0	0.0	1.00*
BMI (kg/m ²)	21.6	20.8	-0.8	0.54*
BMD Neck of the femur (g/cm ²)	0.764	0.754	-0.01	0.80*
BMD Trochanter (g/cm ²)	0.677	0.711	0.03	0.31*
BMD Lumbar L ₂ -L ₄ (g/cm ²)	0.904	0.934	0.03	0.46*
T score Neck of the Femur (SD)	-1.8	-1.88	0.08	1.00*
T score Trochanter (SD)	-1.03	-0.69	0.34	1.00*
T score L ₂ -L ₄ (SD)	-2.46	-2.22	0.24	1.00*

BMD: Bone Mineral Density; BMI: Body Mass Index; (*): Student's t-test.

Discussion

The results achieved in this case report directly demonstrate the percentage increase of muscle strength in all of the performed exercises and the maintenance of the BMD of the lumbar L₂-L₄ and greater trochanter, although the volunteer used GC, which promotes a reduction in BMD. The low BMD of the volunteer may be attributed to the daily use of GC for the control of articular pain⁶.

In a similar studies, Borba-Pinheiro et al^{12,13} report that RT planned over a 12-month period for post-menopausal women, consisting of three weekly sessions and different bimonthly intensities, was effective for increasing muscle strength and the BMD of the lumbar L₂-L₄, femoral neck, and greater trochanter of the volunteers compared with those engaged in other activities and the control group.

Borba-Pinheiro et al^{12,13} emphasize that effective gains and the maintenance of muscle strength and BMD require periodized resistance training, which is corroborated by other studies^{13,14}. In addition to the load test, the training program is based on individual biology in terms of the selection of exercises and the use of interdependent volumes and intensities to establish the number of exercises, sets, repetitions, breaks, weekly sessions and intensities that would serve each individual best⁴.

Table 3
Strength Exercises-Variables

Exercises (kg)	Pre Test	Post 1	Post 2	Post 3	Δ% Post 1-Pre Test	Δ% Post 2-Post 1	Δ% Post 3-Post 2	Δ% Post 3-Pre Test
Leg press at 45°	160	182	196	210	22	14	14	50*
Knee extension	35	40	45	50	5	5	5	15*
Hip adduction	40	45	50	55	5	5	5	15*
Plantar flexion	45	50	60	65	5	10	5	20*
Squats	30	35	40	45	5	5	5	15*
Gluts	45	55	60	65	10	5	5	20*
Elbow flexion	4	5	6	6	1	1	0	2*
Elbow extension	30	35	35	40	5	0	5	10*
Shoulder adduction	25	30	35	40	5	5	5	15*

Δ%: Post-test-Test; (*): p<0.05 by Student's t-test.

As to the relationship between SLE and physical activity, there are few reports addressing the effects. However, Ayan and Martin⁸ suggest that physical exercise can improve cardiovascular fitness, reduce metabolic abnormalities or fatigue and consequently contribute to an improved quality of life for individuals with this disease. The study performed by Carvalho et al⁹ reinforces this hypothesis because it reported a significant improvement in exercise tolerance, aerobic capacity, quality of life and depression symptoms after the completion of a supervised cardiovascular training program for patients with SLE.

In another study using two groups of volunteers with SLE, one performing aerobic training and the other performing strength training with 70-80% of the maximum load with 2-3 sets of 10 repetitions at three weekly 50-minute sessions, the exercises performed by both groups were considered safe and did not aggravate the symptoms of SLE over a period of eight months¹¹. Individuals from both groups showed improvements in fatigue, functional capacity, cardiovascular fitness, and muscle strength¹¹. In this same study, an increase in bone turnover was noticed; however, the BMD remained unchanged in both groups.

Our work revealed that during the study period, there was an improvement in the levels of muscular strength and BMD maintenance in the volunteer. These results suggest an alternative methodology based on RT to aid in the treatment of this disease, because the approach described here could also be used for prevention and treatment strategies that protect against sarcopenia⁷. A recent review reinforces the findings of this study, suggesting that physical activity may have direct effects on reducing the level of systemic inflammation in chronic autoimmune diseases¹⁵.

In this review, no adverse effects due to exercise were found in patients with autoimmune disease. The fact that no adverse effects were observed can be explained by the fact that the induction of stress caused by exercise may provide physiological function alterations in the immune system that can increase the associated defense mechanisms¹⁵.

Another study showed that an increase in body composition may be associated with osteopenia and sarcopenia in women with lupus¹⁶. This

information confirms the importance of the present study because it can minimize the effects caused by disease through the possible maintenance of weight, body mass index and bone density with increasing muscle strength and, consequently, the control of sarcopenia, which is corroborated by other studies¹³⁻¹⁵.

This report suggests that the progressive RT associated with drug therapy can minimize the symptomatic autoimmune effects of SLE. In addition to increasing muscle strength, the control of BMD and can maximize these results in favor of a better quality of life for the volunteer. However, this case study also demonstrates the need for new studies of experimental and control groups to verify the effects of RT associated with the use of medication for SLE.

Conclusion

In this case study, the presented methodology had a positive effect on strength, and it may contribute to the maintenance of BMD and the body composition of women without extensive SLE who are required to undergo GC treatment.

Conflict of Interest

This study did not have financial support from any institution, so there are no potential conflicts of interest.

References

1. Kozora E, Arciniegas DB, Filley CM, West SG, Brown M, Miller D, et al. Cognitive and neurologic status in patients with systemic lupus erythematosus without major neuropsychiatric syndromes. *Arthritis Rheum.* 2008;59:1639-46.
2. Criswell LA. The genetic contribution to systemic lupus erythematosus. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2008;66:176-83.
3. Houghton KM, Tucker LB, Potts JE, McKenzie DC. Fitness, fatigue, disease activity, and quality of life in pediatric lupus. *Arthritis Rheum.* 2008;59:537-45.
4. Tan EM, Cohen AS, Fries JF, Masi AT, McShane DJ, Rothfield NF, et al. The 1982 revised criteria for the classification of systemic lupus erythematosus. *Arthritis Rheum.* 1982;25:1271-7.
5. Dellavance A, Gabriel-Jr A, Cintra AF, Ximenes AC, Nuccitelli B, Von Mühlen CAI. National consent for Standardization of the Decisions of AntiNuclear Factor HEp-2. *J Bras Patol Med Lab.* 2002;38:207-16.
6. Munck A, Guyre PM, Holbrook, NJ. Physiological functions of glucocorticoids in stress and their relation to pharmacological actions. *Endocr Rev.* 1984;5:25-44.
7. 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.
8. Ayán C, Martín V. Systemic lupus erythematosus and exercise. *Lupus.* 2007;16:5-9.
9. Carvalho MR, Sato EI, Tebexreni AS, Heidecher RT, Schenkman S, Neto TL. Effects of supervised cardiovascular training program on exercise tolerance, aerobic capacity, and quality of life in patients with systemic lupus erythematosus. *Arthritis Rheum.* 2005;53:838-44.
10. Mancuso CA, Perna M, Sargent AB, Salmon JE. Perceptions and measurements of physical activity in patients with systemic lupus erythematosus. *Lupus.* 2011;20:231-42.
11. Ramsey-Goldman R, Schilling EM, Dunlop D, Langman C, Greenland P, Thomas RJ, et al. A pilot study on the effects of exercise in patients with systemic lupus erythematosus. *Arthritis Care Res.* 2000;13:262-9.
12. Borba-Pinheiro CJ, De Alencar Carvalho MC, Da Silva NS, Drigo AJ, Bezerra JC, Dantas EH. Bone density, balance and quality of life of postmenopausal women taking alendronate, participating in different physical activity programs. *Ther Adv Musculoskelet Dis.* 2010;2:175-85.
13. Borba-Pinheiro CJ, Carvalho MC, Silva NS, Bezerra JC, Drigo AJ, Dantas EH. Effects of resistance training on low bone density-related variables in menopausal women taking alendronate. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16:121-5.
14. Aparicio VA, Nebot E, Heredia JM, Aranda P. Efectos metabólicos, renales y óseos de las dietas hiperproteicas. Papel regulador del ejercicio. *Rev Andal Med Deporte.* 2010;3:153-8.
15. Gualano B, Sá Pinto AL, Perondi B, Leite Prado DM, Omori C, Almeida RT, et al. Evidence for prescribing exercise as treatment in pediatric rheumatic diseases. *Autoimmun Rev.* 2010;9:569-73.
16. Santos MJ, Vinagre F, Canas da Silva J, Gil V, Fonseca JE. Body composition phenotypes in systemic lupus erythematosus and rheumatoid arthritis: a comparative study of Caucasian female patients. *Clin Exp Rheumatol.* 2011;29:470-6.

Te sientes bien. Te diviertes.

Te realizas. Te olvidas del resto y, sobre todo, te da vida.

¿Por qué no te animas a practicarlo?

**Deporte
de por
vida**

andalucía,

Andalucía

Traumeel[®]S

Potente contra la inflamación, delicado con los pacientes

Traumeel[®]S: eficacia probada en pacientes con lesiones musculoesqueléticas e inflamación



**Eficaz,
rápido y
seguro**

- Traumeel[®]S es un tratamiento eficaz en las lesiones musculoesqueléticas y la inflamación en pacientes de todas las edades^{1,2}
- Traumeel[®]S ha demostrado muy buena tolerabilidad, sin los efectos secundarios de los AINE^{3,4,5}
- Traumeel[®]S está disponible en comprimidos, pomada o ampollas, lo que facilita el cumplimiento del tratamiento⁴

Posología				
Presentación		Pomada	Comprimidos	Solución Inyectable (im, sc, iv, id, ia)
Administración y dosis*	Adultos	2-3 veces al día	1 comprimido 3 veces al día	1 ampolla al día en indicaciones agudas; en los demás casos, 1 ampolla de 1 a 3 veces a la semana
	Niños	2-3 veces al día	< 6 años 1-2 comprimidos al día	< 6 años la mitad de la dosis de adulto

*Para más información consultar la información técnica de producto

Referencias

1. Zell J et al. Behandlung von akuten Sprunggelenksdistorsionen: Doppelblindstudie zum Wirksamkeitsnachweis eines homöopathischen Salbenpräparats [Treatment of Acute Sprains of the Ankle: A Controlled Double-Blind Trial Test the Effectiveness of a Homeopathic Preparation]. Fortschr Med. 1988;106(5):96-100. English translation available in: Biol Ther. 1989; VII(1):1-6.
2. Orizola AJ et al. The Efficacy of Traumeel S Versus Diclofenac And Placebo Ointment in Tendinous Pain in Elite Athletes. A Randomized Controlled Trial. Med Sci Sports Med Exerc. 2007;39(5, Suppl.):S79, abstract 858.
3. Birnesser H et al. The Homeopathic Preparation Traumeel S Compared with NSAIDs for Symptomatic Treatment of Epicondylitis. J Musculoskeletal Research. 2004;2/3(8):119-128.
4. Data on file. Biologische Heilmittel Heel GmbH.
5. Arora S et al. Clinical Safety of a Homeopathic Preparation. Biomed Ther. 2000;XVIII(2):222-225.
6. Porozov S et al. Inhibition of IL-1B and TNF-α Secretion from Resting and Activated Human Immunocytes by the Homeopathic Medication Traumeel S. Clin Dev Immunol. 2004; 11(2):143-149.



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE CULTURA Y DEPORTE

CENTRO ANDALUZ DE MEDICINA DEL DEPORTE

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

Teléfono
955 062 025

Fax
955 062 034

e-mail
ramd.ccd@juntadeandalucia.es