

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen. 3 Número. 2

Junio 2010



RAMD

Originales

Influencia del ejercicio físico en el tercer trimestre del embarazo sobre el comportamiento cardiocirculatorio de la unidad materno-fetal

Pérdida de peso y deshidratación en atacantes durante partidos oficiales de fútbol sala

Relación entre la capacidad física y la calidad de vida en trabajadores de una institución universitaria

El efecto del incremento en la carga en la respuesta electromiográfica y en el lactato sanguíneo durante el ejercicio estático (artículo en portugués)

Revisión

Prescripción del ejercicio físico durante el embarazo

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

Isla de Fuerteventura
04071, Almería
Teléfono: 950.17.52.30
Fax: 950.17.52.35
camd.almeria.ctcd@
juntadeandalucia.es

Cádiz

Complejo Deportivo Bahía Sur.
Paseo Virgen del Carmen s/n
11100, San Fernando (Cádiz)
Teléfono: 956.20.3130
Fax: 956.59.03.35
camd.cadiz.ctcd@
juntadeandalucia.es

Córdoba

Pabellón Vistalegre.
Plaza Vista Alegre, s/n
14071, Córdoba
Teléfono: 957.35.51.85
Fax: 957.35.51.88
camd.cordoba.ctcd@
juntadeandalucia.es

Granada

Hospital san Juan de Dios.
San Juan de Dios, s/n
18071, Granada
Teléfono y Fax: 958.02.68.02
camd.granada.ctcd@
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.ctcd@
juntadeandalucia.es

Jaén

C/ Menéndez Pelayo Nº 2
23003, JAÉN
Teléfono: 953 313 912
Fax: 953 313 913
camd.jaen.ctcd@
juntadeandalucia.es

Málaga

Inst. Deportivas de Carranque
Santa Rosa de Lima, 7
29071, Málaga
Teléfono: 951.03.57.30
Fax: 951.03.57.32
camd.malaga.ctcd@
juntadeandalucia.es

Sevilla

Isla de la Cartuja, s/n
Glorieta Beatriz Manchón, s/n
41092, Sevilla.
Teléfono: 955.06.20.25
camd.ctcd@
juntadeandalucia.es


JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO Y DEPORTE
Centro Andaluz de Medicina del Deporte

www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/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 Turismo, Comercio y Deporte.

Dirección

Leocricia Jiménez López

Editor

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

Coordinación Editorial

ramd.ctcd@juntadeandalucia.es
Clemente Rodríguez Sorroche
(Servicio de Información, Documentación, Estudios y Publicaciones)

Asesor legal

Juan Carlos Rubio Liñán

Comité Editorial

Bernardo Hernán Viana Montaner
Carlos de Teresa Galván
Carlos Melero Romero
Francisco Gallardo Rodríguez

Juan de Dios Beas
José Naranjo Orellana
José Ramón Gómez Puerto
Leocricia Jiménez López

Marzo Edir Da Silva Grigoletto
Ramón Antonio Centeno Prada
Ruth Pesquera Guerrero

Comité Científico

Alexandre García Mas
(Fundación Mateu Orfila, España)
Ary L. Goldberger
(Harvard Medical School, Boston, USA)
Benedito Denadai
(Universidade Estadual de Campinas, Brasil)
Benno Becker Junior
(Universidade Luterana do Brasil, Brasil)
Carlos Ruiz Cosano
(Universidad de Granada, España)
Carlos Ugrinowitsch
(Universidade de São Paulo, Brasil)
Clodoaldo Antonio de Sá
(Universidade Comunitária Regional de Chapecó, Brasil)
Diana Vaamonde
(Universidad de Córdoba, España)
Elisa Muñoz Gomariz
(Hospital Universitario Reina Sofía, España)
Eloy Cárdenas Estrada
(Universidad de Monterrey, México)
Elsa Esteban Fernández
(Universidad de Granada, España)

Italo Monetti
(Club Atlético Peñarol, Uruguay)
José Ramón Alvero Cruz
(Universidad de Málaga, España)
Juan Manuel García Manso
(Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España)
Juan Marcelo Fernández
Hospital Reina Sofía. España
Juan Ribas Serna
(Universidad de Sevilla, España)
Madalena Costa
(Harvard Medical School, Boston, USA)
Miguel del Valle Soto
(Universidad de Oviedo, España)
Mikel Izquierdo
CEIMD. Gobierno de Navarra. España
(Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias)
Nick Stergiou
(University of Nebraska, USA)
Xavier Aguado Jódar
(Universidad de Castilla-La Mancha, España)



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

Publicación trimestral (4 números al año).

Infanta Mercedes, 90
Tel.: 914 021 212
28020 Madrid

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.ctcd@juntadeandalucia.es

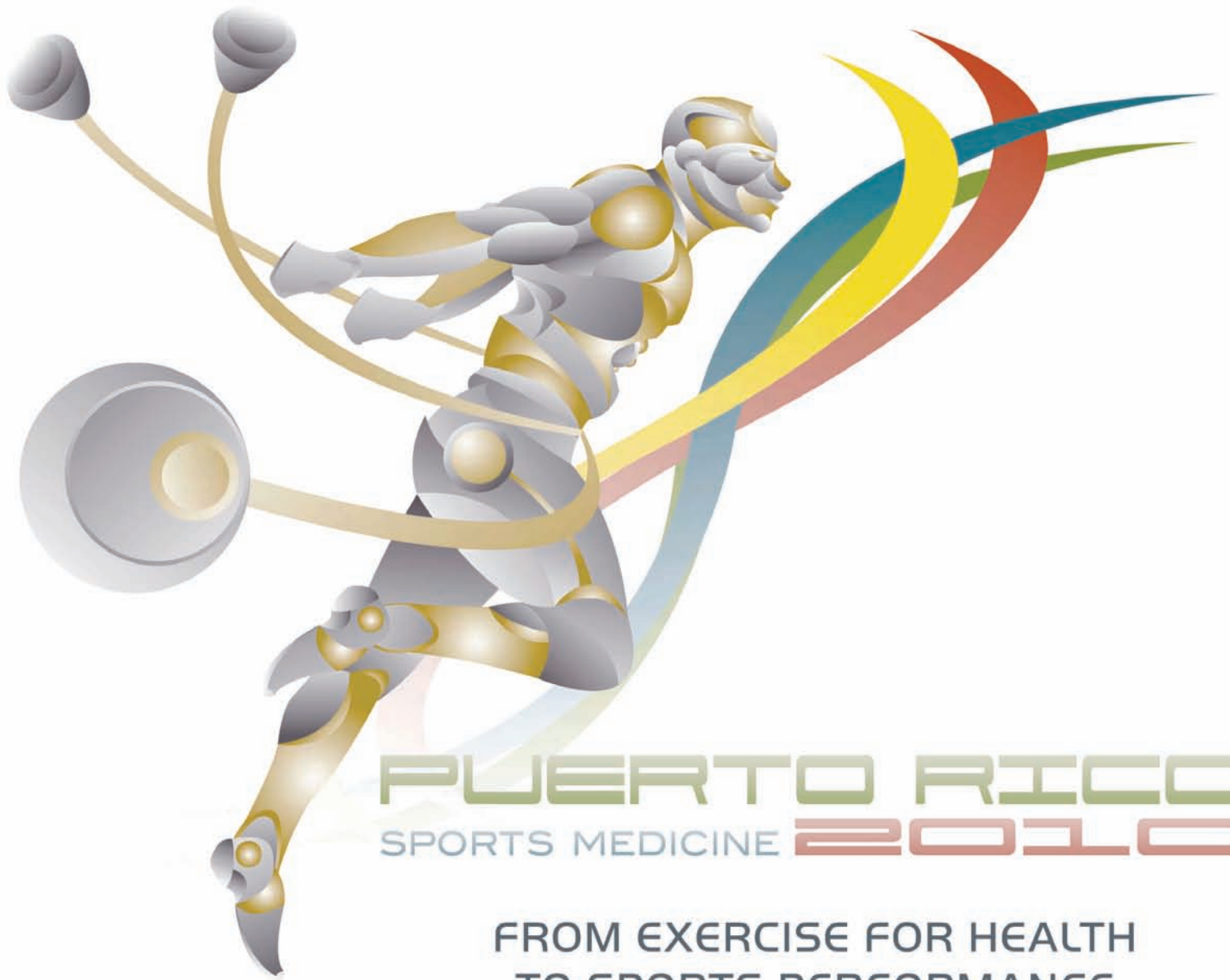
Impreso en España

Depósito legal: SE-2821-08
ISSN: 1888-7546

© Copyright 2010 Centro Andaluz de Medicina del Deporte

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.



PUERTO RICO
SPORTS MEDICINE **2010**

FROM EXERCISE FOR HEALTH
TO SPORTS PERFORMANCE

**XXXI FIMS SPORTS MEDICINE
WORLD CONGRESS**

May 19-22, 2010 • Caribe Hilton Hotel, San Juan, Puerto Rico



EVENTS

CONVENTIONS & EVENTS
PLANNING

A DIVISION OF HB TRAVEL CONSULTANTS, INC.

(787) 765-1700

hbenero@hbtravelpr.com

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 3 Número 2

Junio 2010

Sumario

Originales

- 47 Influencia del ejercicio físico en el tercer trimestre del embarazo sobre el comportamiento cardiocirculatorio de la unidad materno-fetal
R. Barakat Carballo, C. López Mas y R. Montejo Rodríguez
- 52 Pérdida de peso y deshidratación en atacantes durante partidos oficiales de fútbol sala
J.V. García-Jiménez y J.L. Yuste
- 57 Relación entre la capacidad física y la calidad de vida en trabajadores de una institución universitaria
Y.L. Uribe Vélez, V.A. Dosman González, L.P. Triviño Quintero, R.A. Agredo Zúñiga, A.M. Jerez Valderrama y R. Ramírez-Vélez
- 62 El efecto del incremento en la carga en la respuesta electromiográfica y en el lactato sanguíneo durante el ejercicio estático (artículo en portugués)
A.P. de Aguiar, J.C. de Oliveira, V.C. Stefanelli, M.G. de Oliveira, P.H. Silva Marques de Azevedo, V. Baldissera y D. Rodrigues Bigaton

Revisión

- 68 Prescripción del ejercicio físico durante el embarazo
F. Mata, I. Chulvi, J. Roig, J.R. Heredia, F. Isidro, J.D. Benítez Sillero y M. Guillén del Castillo

Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 3 Number 2

June 2010

C
O
N
T
E
N
T
S

Original Articles

- 47 Influence of physical exercise in the third quarter of pregnancy on cardiocirculatory behavior of the maternal-fetal unit
R. Barakat Carballo, C. López Mas and R. Montejo Rodríguez
- 52 Weight loss and dehydration in bingings during official futsal matches
J.V. García-Jiménez and J.L. Yuste
- 57 Relationship between physical capacity and quality of life in the workers of a university
Y.L. Uribe Vélez, V.A. Dosman González, L.P. Triviño Quintero, R.A. Agredo Zuñiga, A.M. Jerez Valderrama and R. Ramírez-Vélez
- 62 The effect of the increment of loading on the electromyography and blood lactate response during static exercise
A.P. de Aguiar, J.C. de Oliveira, V.C. Stefanelli, M.G. de Oliveira, P.H. Silva Marques de Azevedo V.B. and D. Rodrigues Bigaton

Review Articles

- 68 Physical exercise prescription during pregnancy
F. Mata, I. Chulvi, J. Roig, J.R. Heredia, F. Isidro, J.D. Benítez Sillero and M. Guillén del Castillo



Original

Influencia del ejercicio físico en el tercer trimestre del embarazo sobre el comportamiento cardiocirculatorio de la unidad materno-fetal

R. Barakat Carballo^a, C. López Mas^a y R. Montejo Rodríguez

^aFacultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. INEF. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España.

^bServicio de Ginecología y Obstetricia. Hospital de Fuenlabrada. Madrid. España.

Historia del artículo:

Recibido el 30 de julio de 2009

Aceptado el 19 de noviembre de 2009

Palabras clave:

Embarazo.

Ejercicio.

Feto.

Ecografía doppler.

Key words:

Pregnancy.

Exercise.

Fetus.

Doppler ultrasound.

Correspondencia:

R. Barakat Carballo.

Correo electrónico: rubenommar.barakat@upm.es

RESUMEN

Objetivo. Conocer la influencia del ejercicio materno en bicicleta estática durante el embarazo en el comportamiento cardiocirculatorio de la unidad materno-fetal, así como la respuesta del feto en cuanto a su frecuencia cardíaca.

Métodos. Este estudio se ha desarrollado mediante una colaboración entre el Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Fuenlabrada de Madrid (SGOHF) y la Universidad Politécnica de Madrid. Se obtuvo la aprobación del comité ético de investigación clínica (CEIC). Muestra: fueron estudiadas 20 gestantes en el último trimestre, sin complicaciones ni contraindicaciones médicas para el ejercicio. Cada mujer firmó un consentimiento informado y completó una entrevista inicial. Protocolo: una sesión de 20 minutos de trabajo moderado en bicicleta estática. Se obtuvieron datos relativos al índice de pulsatilidad (IP) así como de la frecuencia cardíaca fetal (FCF).

Resultados. Se detectaron aumentos de la FCF de 11-36 lat/min (med = 24 ± 7,6). Los días de gestación no presentaron una correlación positiva con el nivel de los incrementos. Hubo mayores aumentos de la FCF en gestantes secundigrávidas: 152 ± 6,0 lat/min, que en primigrávidas: 147 ± 4,6 lat/min (p = 0,04). Los datos IP de la arteria umbilical y de la arteria cerebral media fetal no presentaron cambios significativos antes y después del ejercicio.

Conclusión. El ejercicio incrementa la FCF sin efectos perjudiciales. La paridad de la gestante tiene influencia en el nivel de los incrementos. Los IP de la arteria umbilical y de la arteria cerebral media fetal presentan mínimos cambios dentro de valores normales. Aparentemente estos cambios son una respuesta fetal normal y adaptativa.

© 2009 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Influence of physical exercise in the third quarter of pregnancy on cardiocirculatory behavior of the maternal-fetal unit

Objective. To know the influence of the maternal exercise during the third quarter of pregnancy using an exercise stationary bicycle on the behavior of the maternal-fetal hemodynamic circulation as well as the response of the fetal heart rate.

Methods. This study has been developed through the collaboration between the Department of Gynecology and Obstetrics of the Hospital Fuenlabrada of Madrid (SGOHF) and the Polytechnic University of Madrid. Approval was obtained from the ethics committee (EC). Sample: 20 pregnant women in the last quarter of pregnancy were studied, all of them without medical complications or contraindications for exercise. Each woman signed an informed consent and completed an initial interview. Protocol: a 20-minute session of moderate exercise on the stationary bicycle was carried out. Data regarding the pulsatility index (PI) and the fetal heart rate (FHR) were obtained.

Results. Increases of the FHR of 11-36 beats/min were detected (mean = 24 ± 7,6). There was no positive correlation between the days of gestation and the level of the increases. However, larger increases of the FHR were found in those with a second pregnancy: 152 ± 6,0 beats/min than in those with primiparous: 147 ± 4,6 beats/min (p = 0,04). The PI data of the umbilical artery and of the middle cerebral fetal artery did not show any significant changes before and after exercise.

Conclusion. Exercise increases the FHR without harmful effects. The parity of the pregnant woman influences the level of the increases. The PI of the umbilical artery and of the fetal middle cerebral artery presents minimum changes in normal values. It seems that these changes are a normal and adaptive fetal response.

© 2009 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Introducción

La mujer embarazada debe poner en práctica casi de forma continua, durante nueve meses, e inclusive después, pequeños mecanismos de adaptación que le permitan adecuarse al entorno de la mejor manera posible, teniendo en cuenta que en el transcurso de esos nueve meses su propio cuerpo es una realidad cambiante día a día¹.

Ante esta situación, a pesar de que aún existe cierta incertidumbre y controversia entre los investigadores, los estudios científicos nos van proporcionando día a día evidencias acerca de la escasa presencia de riesgos para la salud materno-fetal cuando se realiza el ejercicio materno²⁻⁴.

Para ello, a la hora de investigar, es de gran ayuda la colaboración de las nuevas tecnologías y mecanismos de diagnóstico y monitorización prenatal de carácter no invasivo.

En ese sentido, este estudio pretende aportar claridad en este ámbito de la ciencia, utilizando un tipo de trabajo físico ampliamente extendido y recomendado entre la población gestante: la bicicleta estática y analizando a través de la tecnología doppler y la monitorización ultrasonográfica cómo se comporta el flujo de sangre en la unidad feto-placentaria (índice de pulsatilidad [IP]) y cuál es la respuesta del feto en relación a su frecuencia cardíaca (FCF)⁵.

Técnica doppler

La técnica doppler es un ecografía a color, que se utiliza para medir y evaluar el flujo de sangre que circula a través de un vaso o cavidad. Permite saber la cantidad de sangre que se bombea con cada latido, lo cual es fundamental para determinar el buen funcionamiento del sistema cardiovascular⁶.

Una de las mayores preocupaciones en la práctica obstétrica es la evaluación del bienestar fetal, o vigilancia antenatal. En este sentido, la capacidad de estudiar el flujo sanguíneo del feto y la circulación placentaria en forma no invasiva, mediante velocimetría doppler, constituye el área de mayor avance en medicina perinatal durante los últimos años⁷.

De esta forma, el control de la arteria umbilical y cerebral media del feto nos permite controlar en qué medida el flujo de sangre y, por ende, los nutrientes y el oxígeno, están llegando adecuadamente al bebé⁸.

La técnica doppler nos ofrece, entre otras cosas, el IP esto es la resistencia que tiene la sangre a su paso a través de un vaso sanguíneo. Observando el citado IP que se obtiene por medio de esta técnica conocemos la mayor o menor dificultad de la sangre materna a su paso por los vasos placentarios y fetales.

El objetivo de este trabajo fue analizar la influencia del ejercicio materno, realizado en bicicleta estática, durante el último trimestre de embarazo en el comportamiento cardiocirculatorio de la unidad materno-fetal, así como la respuesta del feto en cuanto a su frecuencia cardíaca.

Métodos

Este estudio se ha desarrollado mediante una colaboración entre el Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Fuenlabrada de Madrid (SGOHF) y la Universidad Politécnica de Madrid. Se obtuvo la aprobación del comité ético de investigación clínica (CEIC).

Sujetos

Fueron estudiadas 20 gestantes en el último trimestre, sin complicaciones ni contraindicaciones médicas para el ejercicio. Cada mujer firmó un consentimiento informado y completó una entrevista inicial en la que se obtuvieron datos de tipo médico (paridad, ganancia de peso durante el embarazo) y personales (ocupación laboral, tabaquismo, hábitos de actividad física, etc.) (tabla 1).

Procedimiento

El protocolo de ejercicio consistió en una primera parte de reposo, en la cual se realizó la valoración del IP por medio de una ecografía tipo doppler a cargo de una ginecóloga del SGOHF así como también se obtuvieron los valores de la FCF de reposo. A continuación se llevó a cabo una sesión de 20 minutos de trabajo moderado en bicicleta estática y una segunda y última ecografía tipo doppler, lo que sirvió para volver el reposo final con retorno a los niveles normales de FCF.

Durante el protocolo de ejercicio en bicicleta estática el nivel de intensidad de la actividad fue moderado. Este criterio se estableció a partir de la frecuencia cardíaca materna (FCM) y la escala de Borg o índice del esfuerzo percibido⁹. Por medio de este último mecanismo, la mujer gestante expresa de manera continua en qué nivel de esfuerzo está percibiendo la carga física. El nivel utilizado fue el 12-14 de esta escala, siguiendo las recomendaciones internacionalmente utilizadas por la casi totalidad de los trabajos de investigación^{10,11}.

Los datos correspondientes a las ecografías doppler inicial y final (IP y FCF de reposo y vuelta a los niveles normales) se consiguieron por medio de un ecógrafo TOSHIBA, modelo NEMIO 20 (Toshiba Information Systems, San Fernando de Henares, España).

Los datos correspondientes a la FCF durante el protocolo de ejercicio se obtuvieron por medio de un monitor fetal electrónico (Avalon Fetal FM 20, Philips Healthcare, DA Best, Holanda), y se usó un pulsómetro (Accurex Plus, Polar Electro OY, Finlandia) para el control de la FCM. La historia clínica de cada gestante aportó datos relativos a las características médicas y personales.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizaron mecanismos descriptivos, el índice de correlación de Pearson y la *t* de Student para comparación de medias.

Tabla 1
Características maternas

Variable	
Edad materna (media)	29,6 ± 4,3
Índice de masa corporal	23,4 ± 0,5
Paridad*	0 = 10 (50%) 1 = 10 (50%)
No fumadoras (NF)	NF = 14 (70%)
Actividad laboral**	1 = 11 (55%) 2 = 5 (25%) 3 = 4 (20%)
Edad gestacional (días)	239 ± 14,3
Hábitos cotidianos***	0 = 2 (10%) 1 = 18 (90%)

*0 = ninguna gestación anterior; 1 = una o más gestaciones anteriores; **1 = amas de casa; 2 = trabajo sedentario; 3 = trabajo activo; ***0 = sedentaria; 1 = activa.
Los datos se presentan como media ± desviación estándar, o número de casos y porcentaje según corresponda.

Tabla 2

Índice de pulsatilidad de la arteria uterina y la arteria cerebral media antes y después del ejercicio físico

Variable		N	Media	Desviación típica	Error típico de la media	Significación (bilateral)
IP arteria umbilical	Pre-ejercicio	20	0,8120	0,04708	0,01053	0,06
	Post-ejercicio	20	0,8390	0,04424	0,00989	
IP arteria cerebral media	Pre-ejercicio	20	1,8405	0,08876	0,01985	0,10
	Post-ejercicio	20	1,7960	0,07989	0,01786	

Comparación de medias, pre- y post-ejercicio ($p = 0,05$).

IP: índice de pulsatilidad.

Tabla 3

Frecuencia cardíaca fetal en reposo, a los 5, 10, 15 y 20 minutos de ejercicio

	N	Mínimos	Máximos	Media	Desviación estándar
Reposo	20	116	135	125	4,898
5 minutos (ejercicio)	20	130	160	145	7,766
10 minutos (ejercicio)	20	130	165	147	7,539
15 minutos (ejercicio)	20	140	166	152	6,467
20 minutos (ejercicio)	20	140	165	152	7,046
Media (fase ejercicio)	20	140	161	149	5,914
Aumento FCF	20	11	36	24	7,650

FCF: frecuencia cardíaca fetal.

Resultados

Se observa en la tabla 2 como el IP de la arteria umbilical sufre un incremento de la situación pre-ejercicio ($0,81 \pm 0,4$) a la post-ejercicio ($0,83 \pm 0,4$). Sucede lo contrario con la arteria cerebral media que presenta un descenso de pre-ejercicio ($1,84 \pm 0,8$) a post-ejercicio ($1,79 \pm 0,7$), aunque en ambos casos, sin significación estadística.

La tabla 3 muestra claramente los aumentos de la FCF en cada fase del ejercicio partiendo de la situación de reposo (media = 125 lat/min), y especialmente la media de estos aumentos (24 lat/min), los cuales se encuentran entre 11 y 36 lat/min.

Como se observa en la tabla 4, no existe una correlación positiva entre los aumentos de FCF y la edad gestacional materna, según el valor ofrecido por el índice de correlación de Pearson (0,60).

Las tablas 5 y 6 muestran que al realizar una comparación de medias entre los valores de la FCF en ambos grupos de paridad (primigrávidas y secundigrávidas), se observan diferencias significativas entre los grupos

Tabla 4Índice de correlación de Pearson entre la frecuencia cardíaca fetal, media de la fase de ejercicio, y la edad gestacional materna. ($p < 0,05$)

	Media	Desviación estándar	N
Fase de ejercicio (media de la FCF)	149	5,914	20
Edad gestacional (días)	239	14,153	20
Correlaciones			
	Fase de ejercicio (FCF)	Edad gestacional	
Fase de ejercicio (media de la FCF)	Correlación de Pearson	1	0,06
	Sig.		0,803
	N	20	20
Edad gestacional	Correlación de Pearson	0,06	1
	Sig.	0,803	
	N	20	20

FCF: frecuencia cardíaca fetal.

de estudio, tanto en la fase de 15 a 20 minutos de ejercicio ($p = 0,002$), como en la media del tiempo total del trabajo ($p = 0,04$); en ambos casos se encuentran mayores aumentos en mujeres secundigrávidas.

Discusión

El propósito de este trabajo de investigación es conocer de forma clara y concreta la influencia del ejercicio físico desarrollado durante la última etapa del embarazo en la respuesta hemodinámica materno-fetal y en el comportamiento de la FCF.

En este sentido, nuestros resultados muestran modificaciones tanto de la FCF como de los IP. Estas reacciones fetales al ejercicio materno se encuentran dentro de la normalidad y sirven como mecanismos de protección y regulación.

Resulta relevante aclarar que todo ello se ha logrado a través de métodos no invasivos, que en ningún momento suponen un riesgo para la salud materno-fetal. Aprovechando con esto la estrecha relación que ambas respuestas medidas tienen para el adecuado crecimiento y desarrollo fetal.

No debemos olvidar que la totalidad de las funciones fetales se realizan a través del complejo intercambio de fluidos con la madre, utilizando esa eficiente vía de conexión que representa la unidad placentaria y umbilical¹². Es así como el feto desarrolla durante 40 semanas su complejo proceso de crecimiento y desarrollo, siempre en estrecha dependencia de su madre a través de la vía umbilical y placentaria¹³.

Sabemos, por ejemplo, que a pesar de que el futuro niño realiza movimientos respiratorios de forma intrauterina, la total disponibilidad de oxígeno la obtiene a través de la sangre que le llega de la madre (hemoglobina materna), así como también los nutrientes básicos para su desarrollo; el principal de ellos, los hidratos de carbono, llegan a través de la vía placentaria una vez más en el mismo vehículo: la sangre procedente de la madre¹⁴.

Existe, sin lugar a dudas, una importante y delicada dependencia de la vida intrauterina del flujo de sangre que proviene vía materna hacia la

Tabla 5
Paridad y frecuencia cardíaca fetal. Estadísticos de grupo

	Paridad*	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Reposo	0	10	124	4,909	1,552
	1	10	126	4,858	1,536
5 minutos	0	10	143	6,533	2,066
	1	10	146	8,994	2,844
10 minutos	0	10	143	6,408	2,026
	1	10	150	7,495	2,370
15 minutos	0	10	151	6,795	2,149
	1	10	154	6,005	1,899
20 minutos	0	10	147	6,038	1,909
	1	10	156	4,832	1,528
Media de la fase de ejercicio	0	10	146	4,612	1,458
	1	10	151	6,068	1,919

* 0 = ninguna gestación anterior; 1 = una o más gestaciones anteriores.

Tabla 6
Paridad y frecuencia cardíaca fetal. Prueba de igualdad de media para muestras independientes

	Prueba T para igualdad de medias						
	t	df	Significación (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	95% intervalo de confianza para la diferencia	
						Inferior	Superior
Reposo	-1,053	18	0,306	-2,3	2,184	-6,888	2,288
5 minutos (ejercicio)	-1,053	17,998	0,306	-2,3	2,184	-6,889	2,289
	-0,74	18	0,469	-2,6	3,515	-9,986	4,786
10 minutos (ejercicio)	-0,74	16,428	0,47	-2,6	3,515	-10,036	4,836
	-2,052	18	0,055	-6,4	3,118	-12,952	0,152
15 minutos (ejercicio)	-2,052	17,576	0,055	-6,4	3,118	-12,963	0,163
	-1,151	18	0,265	-3,3	2,868	-9,325	2,725
20 minutos (ejercicio)	-1,151	17,731	0,265	-3,3	2,868	-9,331	2,731
	-3,68	18	0,002*	-9,000	2,445	-14,138	-3,862
Fase de ejercicio (media de la FCF)	-3,68	17,174	0,002*	-9,000	2,445	-14,155	-3,845
	-2,209	18	0,040*	-5,325	2,410	-10,388	-0,262
Aumento FCF	-2,209	16,796	0,041*	-5,325	2,410	-10,415	-0,235
	-0,879	18	0,391	-3,025	3,442	-10,256	4,206
	-0,879	17,757	0,391	-3,025	3,442	-10,263	4,213

* Diferencias significativas ($p < 0,05$).
FCF: frecuencia cardíaca fetal.

zona uterina y placentaria, especialmente la segunda, por ser la principal fuente de combustible y regulación de la vida fetal¹.

Entre los investigadores permanece el interrogante de saber cómo puede mantenerse el equilibrio en este complejo mecanismo cuando la madre realiza ejercicio físico; existe cierta controversia sobre la adecuada coexistencia de ambos procesos: embarazo y ejercicio.

En principio, las leyes de la fisiología nos dicen que cuando el cuerpo humano pasa del reposo a la actividad moderada, los músculos (hasta ese momento inactivos) solicitan la presencia de ciertos combustibles para su funcionamiento (oxígeno, ATP, etc.), la llegada de estos combustibles sólo puede producirse por medio de un rápido y eficiente medio de transporte: el flujo sanguíneo. En definitiva, la actividad muscular implica un aumento en el flujo de sangre y nutrientes¹⁵⁻¹⁷.

En relación a la respuesta gestante, diversos trabajos de investigación han demostrado que durante el ejercicio físico materno se produce una importante redistribución en el flujo sanguíneo útero-placentario. Esto se debe a que gran parte del flujo sanguíneo materno se dirige a las zonas musculares en movimiento, anteriormente inactivas¹⁸⁻²⁰.

Lo cual da como resultado una disminución del flujo de sangre que se debe dirigir a la zona uterina y placentaria, con la consiguiente caída en el aporte de todo tipo de elementos, especialmente

el oxígeno disponible para el feto, además de gran cantidad de nutrientes; en opinión de ciertos autores éste podría ser sin lugar a dudas uno de los principales cuestionamientos que se le podría hacer al ejercicio físico durante la última etapa de la gestación (sobre todo si es intenso)^{14,21-23}.

Surge de este modo la imperiosa necesidad de conocer en qué medida el feto se ve privado de ese flujo de sangre y nutrientes, ante la presencia de ejercicio materno, cuáles son los límites dentro de los que el normal crecimiento y desarrollo fetal no se ve comprometido, y más aún, cuál es (o debería ser) el comportamiento normal y adaptativo ante esa privación.

En relación a lo primero, la reducción del flujo de sangre útero-placentaria está en torno al 25% de la sangre que llega a esa zona cuando la mujer gestante realiza ejercicio físico de carácter moderado, lo cual no supone riesgo alguno para el feto.

Uno de los trabajos de investigación más interesantes dentro del ámbito del ejercicio durante la gestación nos habla incluso de ciertos mecanismos de protección fetal que actúan en presencia de ejercicio materno. Uno de estos mecanismos, posiblemente el más llamativo, es el que hace que casi la totalidad de esa disminución (-25%) se produzca en la zona uterina, se mantenga el flujo placentario y, por ende, el adecuado aporte de oxígeno y nutrientes²⁴.

Es importante aclarar que estos trabajos ponen el énfasis en limitar el trabajo físico a una intensidad moderada, especialmente en el último trimestre de embarazo, pues superar el umbral de lo moderado en cuanto a la carga física podría plantear riesgos potenciales en cuanto a la disponibilidad fetal de oxígeno y nutrientes.

Nuestros resultados muestran que como fruto del ejercicio físico materno se produce un aumento en el IP de la arteria umbilical, esto es una vasoconstricción, aunque hay que destacar que los niveles del IP se mantienen dentro de rangos normales⁵, lo que es de esperar debido a que se trata de gestantes sanas sin complicaciones de tipo obstétrico. Según Wolfe et al²⁵ esta vasoconstricción puede ser fruto de una mínima transferencia de las catecolaminas maternas circulantes generadas por el ejercicio y que pasan al entorno fetal, aunque en pequeñas cantidades (alrededor de un 15%).

A continuación se puede observar una disminución del IP en la arteria cerebral media del feto, es decir una vasodilatación (tabla 2), también dentro de los rangos normales.

Se hace necesario encontrar una explicación a esta reducción en el IP de la arteria cerebral media del feto después del ejercicio físico. Según Wolfe et al²⁵ esto puede deberse a que, en situaciones de estrés psíquico o físico, el feto reacciona desarrollando los mecanismos circulatorios necesarios para asegurar el adecuado flujo de sangre a los órganos vitales (cerebro, corazón, hígado); esta vasodilatación puede ser uno de estos mecanismos, en consonancia con el trabajo de Artal et al²⁶.

Todo esto demuestra que el flujo de sangre materna a la zona umbilical y a una de las zonas vitales para el feto (arteria cerebral media) no se ve prácticamente afectado⁶, lo que coincide con el estudio realizado por Ertan et al⁸.

A pesar de la lógica atracción de sangre, gases y fluidos a las zonas musculares que participan del ejercicio, estos resultados nos permiten especular con la idea de una adecuada redistribución sanguínea sin perjuicio para el normal mantenimiento del flujo de sangre materna a la unidad feto-placentaria.

Con relación al comportamiento cardiocirculatorio del feto se detectaron aumentos de la FCF de 11-36 lat/min (med = 24 ± 7,6). Esto nos pone en consonancia con una importante cantidad de trabajos de investigación^{15,23,27,28} y representa, aparentemente, una reacción fetal normal y adaptativa a la citada redistribución y una pequeña disminución de ciertos componentes provenientes de la madre^{22,25}.

Los días de gestación no presentaron una correlación positiva con el nivel de los incrementos (tabla 4).

En referencia a la paridad, hubo mayores aumentos en gestantes secundigrávidas (152 ± 6,0 lat/min), que en primigrávidas (147 ± 4,6 lat/min) (p = 0,04) (tabla 5). Con relación a esto último, son pocos los estudios que se ocupan de ello con resultados dispares²⁹; se hace necesario poner mayor énfasis a la hora de investigar sus efectos sobre el bienestar fetal, debido como decimos, a los pocos estudios existentes. La paridad de la gestante es, sin lugar a dudas una variable de gran relevancia en muchos aspectos³⁰.

En conclusión, entendemos que el ejercicio aeróbico y moderado en bicicleta estática desarrollado durante el tercer trimestre de embarazo no provoca cambios de importancia en el IP de la arteria umbilical y la arteria cerebral media fetal. Lo cual aparentemente no compromete el adecuado flujo de oxígeno y nutrientes al feto.

En relación al comportamiento cardiocirculatorio fetal, el ejercicio incrementa la FCF sin efectos perjudiciales. Los aumentos no dependen de la edad gestacional de la madre. La paridad de la gestante tiene influencia en el nivel de los incrementos.

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento al personal del servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital de Fuenlabrada (Madrid).

Bibliografía

1. Artal R, Wiswell R, Drinkwater R. Exercise in pregnancy. 1991. Baltimore: Ed. Williams and Wilkins.
2. Barakat Carballo R, Alonso Merino G, Rodríguez Cabrero M, Rojo González J. El ejercicio físico y los resultados del embarazo. Prog Obstet Ginecol. 2006;49(11):630-8.
3. Barakat Carballo R, Stirling J, Lucia A. Does exercise training during pregnancy affect gestational age? A randomised, controlled trial. Brit J Sport Med. 2008;42(8):674-8.
4. Barakat Carballo R, Ruiz J, Lucía A. Exercise during pregnancy and risk of maternal anaemia: a randomised controlled trial. Brit J Sport Med. 2009;43:954-6.
5. Palacio M, Figueras F, Zamora L, Jiménez JM, Puerto B, Coll O, et al. Reference ranges for umbilical and middle cerebral artery pulsatility index and cerebroplacental ratio in prolonged pregnancies. Ultrasound Obstet Gynecol. 2004;24(6):647-53.
6. Cafici D. Doppler en obstetricia. Rev Med Clin Condes. 2008;19(3):211-25.
7. Gómez O, Figueras F, Fernández S, Bannasar M, Martínez JM, Puerto B, et al. Reference ranges for uterine artery mean pulsatility index at 11-41 weeks of gestation. Ultrasound Obstet Gynecol. 2008;32(2):128-32.
8. Ertan A, Schanz S, Tanriverdi H, Meyberg R, Schmidt W. Doppler examinations of fetal and uteroplacental blood flow in AGA and IUGR foetuses before and after maternal physical exercise with the bicycle ergometer. J Perinat Med. 2004;32:260-5.
9. O'Neill M, Cooper B, Mills C, Boyce E, Hunyor S. Accuracy of Borg's rating of perceived exertion in the prediction of heart rates during pregnancy. Br J Sports Med. 1992;26(2):121-4.
10. ACOG. American College of Obstetricians and Gynecologists. Exercise during pregnancy and the postpartum period. Committee Opinion N° 267. Washington, DC. January. Obstet Gynecol; 2002;99:171-3.
11. Artal R, O'Toole M, White S. Guidelines of the American College of Obstetrician and Gynecologists for exercise during pregnancy and the postpartum period. Br J Sports Med. 2003;37:6-12.
12. Wolfe L, Weissgerberg T. Clinical physiology of exercise in pregnancy: a literature review. J Obstet Gynaecol Can. 2003;25(6):451-3.
13. Wolfe L, Mottola M. Aerobic exercise in pregnancy: an update. Can J Appl Physiol. 1993;18:119-47.
14. Sternfeld B. Physical activity and pregnancy outcome (rev and rec). Sport Med. 1997;23(1):33-47.
15. Rafla N, Cook J. The effect of maternal exercise on foetal heart rate. J Obstet Gynaecol. 1999;19(4):381-4.
16. Riemann M, Kanstrup Hansen L. Effects on the foetus of exercise in pregnancy. Scand J Med Sci Sports. 2000;(10):12-9.
17. Erkkola R, Makela M. Heart volume and physical fitness of parturients. Ann Clin Res. 1976;8:15-21.
18. Van Doorn M, Lotgering F, Struijk P, Jan Pool B, Wallenburg H. Maternal and foetal cardiovascular responses to strenuous bicycle exercise. Am J Obstet Gynecol. 1992;166:854-9.
19. Macphail A, Wolfe L. Maximal exercise testing in late gestation: foetal responses. Obstet Gynecol. 2000;96:565-70.
20. McMurray R, Mottola M, Wolfe L, Artal R, Millar L, Pivarnik J. Recent advances in understanding maternal an foetal responses to exercise. Med Sci Sports Exerc. 1993;25(12):1305-21.
21. Gorski J. Exercise during pregnancy: maternal and foetal responses. A brief review. Med Sci Sports Exerc. 1985;17(4):407-16.
22. Clapp JF III, Little K, Capeless E. Foetal heart rate response to sustained recreational exercise. Am J Obstet Gynecol. 1993;168:198-206.
23. Carpenter M, Sady S, Hoergsberg B, Sady MA, Haydon B, Cullinane EM, et al. Foetal heart rate response to maternal exertion. JAMA. 1988;259:3006-9.
24. Mottola & Wolfe. The pregnant athlete. In: "Woman in Sport". Edited by Drinkwater B. 2000. Ed. Blackwell Science.
25. Wolfe L, Brenner I, Mottola M. Maternal exercise, foetal well-being and pregnancy outcome. Exerc Sport Sci Rev. 1994;22:145-94.
26. Artal R, Romen Y, Paul R, Wiswell R. Foetal bradycardia induced by maternal exercise. Lancet. 1984;2:258-60.
27. Kagan KO, Kuhn U. Sport and pregnancy. Herz. 2004;29(4):426-34.
28. Morris S, Johnson N. Exercise during pregnancy: a critical appraisal of the literature. J Reprod Med. 2005;50(3):181-8.
29. Barakat Carballo R, Stirling J, Lucia A. Acute maternal exercise during the third trimester of pregnancy, influence on foetal heart rate. RICYDE. 2008;(13):33-43.
30. Márquez-Sterling S, Perry A, Kaplan T, Halberstein R, Signorile J. Physical and psychological changes with vigorous exercise in sedentary primigravidae. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(1):58-62.



Original

Pérdida de peso y deshidratación en atacantes durante partidos oficiales de fútbol sala

J.V. García-Jiménez^a y J.L. Yuste^b

^aDepartamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica. Universidad de Murcia. Murcia. España.

^bDepartamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica. Universidad de Murcia. Murcia. España.

Historia del artículo:

Recibido el 5 de noviembre de 2009

Aceptado el 20 de enero de 2010

Palabras clave:

Deshidratación.

Porcentaje de peso perdido.

Fútbol sala.

Competición.

Atacantes.

Key words:

Dehydration.

Body mass loss.

Futsal.

Competition.

Forwards.

RESUMEN

Objetivos. El objetivo de nuestro estudio ha consistido en determinar el grado medio de deshidratación alcanzado por los atacantes tras la disputa de seis partidos oficiales de fútbol sala, analizando para ello el porcentaje de peso perdido.

Método. Cinco jugadores profesionales, atacantes, pertenecientes a la primera plantilla de un equipo de categoría División de Honor del fútbol sala español fueron pesados sin ropa antes y después de la disputa de seis partidos oficiales correspondientes a la Liga Nacional de Fútbol Sala (LNFS) (temperatura: 22-26 °C y humedad relativa: 32-42,33%). La ingesta de líquidos fue *ad libitum*. Se aplicó el estadístico de Kruskal-Wallis para conocer la existencia de diferencias significativas entre los partidos estudiados.

Resultados. La ingesta de líquidos por parte de los jugadores de nuestro estudio fue insuficiente para compensar las pérdidas producidas por deshidratación. El porcentaje de peso perdido medio en atacantes tras la disputa de partidos oficiales ($1,25 \pm 1,08\%$) supone además una reducción del rendimiento aeróbico. No se encuentran diferencias significativas en los resultados obtenidos a lo largo de los seis partidos ($p = 0,997$).

Conclusiones. Los resultados sugieren un tratamiento individual de las estrategias de reposición hídrica de los jugadores, y no atender exclusivamente al tiempo de juego o a la posición en el terreno de juego.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Weight loss and dehydration in bingings during official futsal matches

Objective. The aim of this study has been to determine the mean level of dehydration in forwards after having played 6 official matches, analyzing the percent of body mass loss.

Method. Five male elite futsal (indoor soccer) players (forwards), from first team squad at Spanish league were weighed without clothing before and after having played 6 official matches (22-26 °C and relative humidity 32-42.33%) in the *Liga Nacional de Fútbol Sala* (National Futsal Team [LNFS]). Fluid intake was *ad libitum*. Kruskal-Wallis statistic was applied to determine the existence of significant differences in the results obtained in the matches.

Results. Fluid intake by the players was inadequate to compensate for the losses produced by the match. Mean body weight lost in forwards after having played official matches ($1.25 \pm 1.08\%$) gave rise to a reduction in aerobic performance. There were no significant differences in the results obtained during the 6 matches ($p = 0.997$).

Conclusions. This data suggests that treatment should be individualized regarding the hydration strategies of the players and that not only the time of the game or specific player position should be taken into account.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondencia:

J.V. García Jiménez.

Departamento de Expresión Plástica, Musical y

Dinámica.

Campus Universitario de Espinardo.

30100 Murcia. España.

Correo electrónico: jvgjimenez@um.es

Introducción

El deporte de competición en general y el fútbol sala en particular han alcanzado una situación en la cual prima la profesionalización de sus integrantes a todos los niveles, desde jugadores hasta directivos, pasando por miembros del cuerpo técnico como preparadores físicos y médicos. Dicha profesionalización provoca a su vez que aumente el interés por el empleo de herramientas que potencien el rendimiento de los jugadores.

La deshidratación tiene lugar cuando la pérdida de líquido por sudoración es superior a la ingesta de fluidos¹. Es éste un hecho frecuente debido a que muchos deportistas no reponen con suficiente líquido las pérdidas producidas por sudor²⁻⁷.

Siendo la deshidratación un factor limitante del rendimiento físico y mental durante la actividad física y deportiva⁸⁻¹⁵, resulta de suma importancia conocer los hábitos de hidratación de los deportistas para poder intervenir en los casos en que sea necesario.

Una manera sencilla de determinar el grado de deshidratación alcanzado en la presente investigación, consiste en pesar al deportista antes y después de realizar el ejercicio, ya que, en esfuerzos intermitentes inferiores a 3 horas y en condiciones climatológicas no extremas, la pérdida de agua por respiración es relativamente pequeña respecto a la pérdida por sudor¹⁶.

Al comparar el peso antes y después de la actividad física, se determina el grado de deshidratación provocado por el ejercicio^{4,6,16-18}. Por ello, la monitorización del peso corporal es un procedimiento simple, válido y no invasivo que permite detectar variaciones en la hidratación mediante el cálculo de la diferencia en el peso corporal antes y después del ejercicio¹⁹.

Un porcentaje de pérdida de peso corporal superior al 1% conlleva una reducción del rendimiento físico^{9,11,13-15,18}, además de comprometer las funciones cognitivas del deportista (como la discriminación perceptiva o el tiempo de reacción) cuando supera el 2%^{8-14,20,21}. Este dato es de especial relevancia para nuestro estudio, ya que el fútbol sala es un deporte de conjunto donde el rendimiento se ve afectado tanto por la capacidad física de los jugadores como por las habilidades cognitivas para resolver las exigencias del juego.

Además de las diferencias individuales que afectan a los practicantes de deportes de equipo, tales como su estado de aclimatación²², condición física y tasas de sudoración^{8,14,22-24}, los resultados de los jugadores dependiendo del puesto específico que ocupen pueden variar considerablemente en cuanto a la intensidad y duración del trabajo realizado durante un partido y alterar sus niveles de deshidratación⁴. En el caso de los atacantes, las funciones tácticas de un jugador de fútbol sala que ocupe dicha demarcación pueden estar asociadas a una mayor exigencia física debido a la duración e intensidad de sus esfuerzos. Dichos jugadores deben realizar rápidos y continuos movimientos en ataque y ocupar la primera línea defensiva cuando su equipo pierde el balón²⁵.

En nuestra investigación se ha seleccionado el deporte del fútbol sala por la posibilidad de analizar las respuestas fisiológicas de los jugadores en situaciones reales de competición, elemento éste que se ve reducido en gran parte de los artículos similares publicados ya que, en muchas ocasiones, al tratarse de deportistas de primer nivel, los investigadores se ven obligados a simular situaciones de competición en entrenamientos^{2,5,26-28}. Además, hemos centrado la investigación en aquellos jugadores que ocuparon puestos específicos de atacantes (ala-pívot y/o pívot).

El objetivo de nuestro estudio ha consistido en determinar el grado medio de deshidratación alcanzado por los atacantes tras la disputa de seis partidos oficiales de fútbol sala, analizando para ello el porcentaje de peso perdido y las diferencias existentes entre cada uno de los partidos.

Método

Participantes

Cinco jugadores profesionales, atacantes, pertenecientes a la primera plantilla de un equipo de primera división del fútbol sala español, fueron informados y dieron su consentimiento para participar en este estudio. La media de edad, talla y peso fue de 26,5 ± 2,46 años, 178 ± 9 cm y 78,24 ± 6,99 kg respectivamente.

Debido a la elevada dificultad para acceder a otros equipos de igual nivel competitivo para conseguir una muestra representativa, nos hemos visto obligados a llevar a cabo la selección de la muestra mediante muestreo no probabilístico, habiendo realizado la selección de la muestra por conveniencia. Por ello, y debido a que la muestra extraída no es representativa, no podemos llevar a cabo generalizaciones de los resultados obtenidos de la presente investigación al resto de los equipos de fútbol sala.

La toma de datos tuvo lugar durante la disputa de las jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29 de la LNFS en su categoría de División de Honor (tabla 1).

Procedimientos

Para el registro del peso corporal, se siguió el protocolo elaborado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría²⁹. Los jugadores fueron pesados en ropa interior antes de iniciar el calentamiento, habiéndoseles indicado que en caso de tener que orinar o defecar lo hiciesen antes del pesaje inicial. Con anterioridad al pesaje posterior al partido los jugadores se limpiaban el sudor de piernas, torso y cara con una toalla, tal y como indican Barbero et al¹⁹. Para el registro del peso corporal, se utilizó una balanza TANITA BC-350 (Tanita®, Illinois, Estados Unidos) con fiabilidad del 97%, precisión 0,1 kg y con un rango de medida de 0 a 150 kg.

El cálculo del porcentaje de peso perdido se llevó a cabo mediante la siguiente fórmula³⁰:

$$\text{Porcentaje de peso perdido} = \frac{(\text{Peso antes} - \text{Peso después})}{\text{Peso antes}} \times 100$$

Tabla 1

Distribución temporal, temperatura y humedad de los partidos

Jornada	Fecha del partido*	Hora del partido	Temperatura	Humedad relativa (%)
19	04/02/2006	18:30h	22 °C	41,33
21	18/02/2006	13:45h	24 °C	39,33
23	04/03/2006	18:30h	22 °C	40
25	18/03/2006	18:30h	22 °C	40
27	01/04/2006	13:45h	26 °C	32
29	15/04/2006	18:30h	24,8 °C	42,33

*Todos los partidos tuvieron lugar en la ciudad de Murcia - España.

Durante la disputa de los partidos, los jugadores tuvieron acceso a botellas con bebida deportiva (Gatorade) y agua (Aquadues), registrándose como líquido ingerido la suma del volumen de agua y bebida deportiva ingerida. La ingesta, por tanto, fue *ad libitum*.

Para el registro de la temperatura y humedad relativa del ambiente, utilizamos una estación meteorológica OREGON SCIENTIFIC (Oregon®, Hunghom, China), empleando el valor medio registrado desde el inicio del calentamiento hasta el final del partido.

El tiempo de actividad de cada jugador se obtuvo tras sumar al tiempo de juego el tiempo empleado en el calentamiento (estandarizado a 30 minutos).

Análisis de los datos

Se aplicó un ANOVA de dos vías para la fiabilidad (coeficiente de correlación intraclass, [ICC]) y un ANOVA de medidas repetidas entre las mediciones de los exploradores para verificar el error sistemático. Por otra parte, el diseño de la presente investigación es de tipo descriptivo correlacional, utilizando una estadística descriptiva de cada una de las variables (minutos de actividad, peso perdido y porcentaje de peso perdido), con la obtención de los parámetros característicos (media, desviación típica, máximo y mínimo). Debido al tamaño de la muestra, hemos llevado a cabo el análisis estadístico utilizando pruebas no paramétricas, aplicando la prueba de Kruskal-Wallis para determinar la existencia de diferencias entre los resultados obtenidos en los diferentes partidos jugados. A la hora de establecer las correlaciones entre las variables minutos jugados y porcentaje de peso perdido, hemos aplicado el estadístico rho de Spearman y, para establecer la significación estadística, hemos establecido un valor de $p \leq 0,05$.

Resultados

La media de tiempo de actividad de los jugadores ha sido de $49,76 \pm 3,02$ minutos, con una pérdida de peso media de $0,98 \pm 0,8$ kg. El porcentaje de peso perdido resultante supone una media de $1,25 \pm 1,08\%$ (tabla 2).

La tabla 3 muestra cómo el porcentaje de peso perdido medio ha sido de $1,25 \pm 1,08\%$, situándose este valor entre el $1,17\%$ alcanzado en la Jornada 27 y el $1,41\%$ de la Jornada 23. Por jugadores, el mayor valor se alcanzó en la Jornada 19 ($3,02\%$), mientras que el menor tuvo lugar en las Jornadas 23 y 25 ($-0,53\%$). En estos casos, el valor negativo del porcentaje de peso perdido indica que la ingesta de líquido por parte del jugador fue superior a las pérdidas producidas por sudor, lo que resultó en una ganancia de peso.

Tabla 2

Descriptivos correspondientes a las variables minutos de actividad, peso perdido y porcentaje de peso perdido en los atacantes

Variable	N	Media	Desviación típica	Máximo	Mínimo
Minutos de actividad	5	49,76	3,02	55	43
Peso perdido (kg)	5	0,98	0,8	2,10	-0,30
Porcentaje de peso perdido (%)	5	1,25	1,08	3,02	-0,53

Tabla 3

Descriptivos correspondientes al porcentaje de peso perdido en los atacantes. Jornadas 19, 21, 23, 25, 27 y 29

Jornada	Media porcentaje de peso perdido	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
Jornada 19 (n = 5)	1,19	1,2	3,02	-0,28
Jornada 21 (n = 5)	1,19	1,2	2,47	-0,49
Jornada 23 (n = 5)	1,41	1,14	2,31	-0,53
Jornada 25 (n = 5)	1,3	1,28	2,46	-0,53
Jornada 27 (n = 5)	1,17	1,14	2,31	-0,42
Jornada 29 (n = 5)	1,25	1,18	2,86	-0,41
TOTAL	1,25	1,08	3,02	-0,53

La homogeneidad de los resultados relativos al porcentaje de peso perdido a lo largo de los seis partidos analizados queda reflejada por el valor $p = 0,997$ tras aplicar la prueba de Kruskal-Wallis (tabla 4). Esto indica que no existen diferencias significativas en los resultados obtenidos en cada uno de los seis partidos analizados.

Al relacionar el tiempo de actividad con el porcentaje de deshidratación (tabla 5), observamos que la deshidratación aumenta al aumentar el tiempo de actividad, con una correlación positiva (estadístico rho de Spearman = 0,315). Sin embargo, esta relación no es significativa ($p = 0,096$), por lo que deberemos atender a otros factores tales como las condiciones ambientales o las características individuales de los jugadores para explicar el porcentaje de peso perdido alcanzado.

Discusión

En el presente estudio se ha obtenido el nivel de deshidratación alcanzado por jugadores profesionales de fútbol sala que ocupan puestos de atacante durante la disputa de partidos oficiales. Los resultados obtenidos muestran cómo los valores de deshidratación medios alcanzados se asocian con reducciones en el rendimiento de los jugadores.

Debido a las exigencias físicas y tácticas de la posición del atacante en fútbol sala, aquellos jugadores que ocupan dichos puestos se ven sometidos a esfuerzos superiores al resto de los jugadores (porteros y defensores). En un estudio sobre la exigencia física en fútbol sala²⁵, se observaba como los jugadores que ocupaban posiciones de atacantes no sólo eran los que más distancia recorrían (6.885,06 metros), sino también

Tabla 4

Prueba de Kruskal-Wallis* para el porcentaje de peso perdido en los atacantes

	Porcentaje de peso perdido
Chi-cuadrado	0,311
Significación (p)	0,997

*Variable de agrupación: partido analizado.

Tabla 5

Tabla resumen del estadístico rho de Spearman: minutos de actividad y porcentaje de peso perdido en los atacantes

Variables	N	Rho de Spearman	Significación (p)
Minutos de actividad	5	0,315	0,096

que el tiempo durante el cual recorrían esa distancia a la máxima velocidad (55 segundos) era muy superior al empleado por los defensores (13,5 segundos). Los datos obtenidos en dicho estudio explicaban que los esfuerzos asociados a puestos específicos de atacantes son superiores en cuanto a duración e intensidad a los defensores, lo cual justificaría nuestro interés por conocer las estrategias de reposición hídrica de los atacantes y si ello podría afectar a su rendimiento.

El fútbol sala jugado a nivel profesional demanda de los jugadores una elevada condición física como consecuencia de las exigencias fisiológicas que implica la competición (aproximadamente el 90% de la frecuencia cardíaca máxima). Para alcanzar un alto rendimiento, los jugadores necesitan una excelente capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad, así como una adecuada capacidad de recuperación durante las actividades de baja intensidad. En este sentido, un adecuado régimen de reposición de líquidos es imprescindible para evitar una reducción del rendimiento³¹.

Los resultados obtenidos por nuestros jugadores demuestran que la ingesta de líquido fue insuficiente para compensar las pérdidas producidas a través del sudor, lo que resultó en una media de porcentaje de peso perdido de $1,25 \pm 1,08\%$. El análisis pormenorizado muestra cómo los resultados alcanzados a lo largo de los seis partidos oscilan entre 3,02% de máximo y $-0,53\%$ de mínimo, sin existir, sin embargo, diferencias significativas tal y como indica el valor $p = 0,997$ tras aplicar la prueba de Kruskal-Wallis.

El tiempo de actividad ha supuesto un factor modificante del grado de deshidratación alcanzado por los jugadores tal y como indica el valor positivo del estadístico rho de Spearman = 0,315 sin significación estadística ($p = 0,096$), sin embargo. En este sentido, diferentes publicaciones recomiendan atender también a las condiciones ambientales, nivel de entrenamiento, intensidad de los esfuerzos o ingesta de líquidos para explicar las pérdidas producidas por deshidratación^{8,14,19}.

En un primer análisis, los resultados alcanzados concuerdan con los estudios que advierten de que la deshidratación progresiva durante el ejercicio es frecuente por el hecho de que muchos deportistas no ingieren suficiente líquido para reponer las pérdidas producidas^{2,5-7}. En nuestro caso, la ingesta fue *ad libitum*. Cabe añadir que el fútbol sala ofrece a los jugadores de campo suficientes oportunidades para hidratarse¹⁹. Además, los resultados se encuentran en línea con las conclusiones del documento de consenso del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM)¹⁴, en el que se menciona la dificultad para dar una recomendación universal que supla las necesidades de los deportistas debido a la gran variabilidad de resultados que se obtienen, incluso en miembros de un mismo equipo.

Antes de emitir un juicio respecto a los resultados obtenidos, se ha de comprobar la posible relación entre el porcentaje de peso perdido y los efectos fisiológicos que pueda tener sobre el rendimiento de los jugadores. El porcentaje de peso perdido ($1,25 \pm 1,08\%$) supone un grado de deshidratación mínimo⁷, que supondrá a los jugadores una disminución del rendimiento aeróbico además de un incremento del gasto cardíaco^{9,14,15}. Por las características del juego en el fútbol sala, es recomendable no sobrepasar el 2% de porcentaje de peso corporal perdido, ya que a partir de dicho valor se ven afectadas las condiciones motoras, como el tiempo de reacción y la discriminación perceptiva²².

Barbero et al¹⁹, Hamouti et al³² y Martins et al³⁰ llevaron a cabo estudios sobre el porcentaje de peso perdido en jugadores de fútbol sala, sin hallar diferencias significativas en los resultados en función del puesto específico ocupado por los jugadores. Así, Barbero et al¹⁹ estudiaron a 13 jugadores profesionales de fútbol sala, en los que, tras la

disputa de tres partidos oficiales, obtuvieron una media de porcentaje de peso perdido de $1,1 \pm 0,9\%$, inferior a la obtenida por los atacantes de nuestro estudio ($1,25 \pm 1,08\%$), si bien en dicho estudio los jugadores fueron sometidos a un programa de concienciación sobre la ingesta de líquidos.

Hamouti et al³² obtuvieron porcentajes de pérdida de peso corporal de $1,2 \pm 0,3\%$ en jugadores de élite de fútbol sala tras una sesión de entrenamiento. El valor medio de porcentaje de pérdida de peso es similar al obtenido por los atacantes de nuestro estudio ($1,25 \pm 1,08\%$).

El estudio llevado a cabo por Martins et al³⁰ en jugadores de fútbol sala desprende valores de $0,43 \pm 0,41\%$ de peso perdido tras analizar a 6 jugadores (15-18 años) en un entrenamiento. Estos resultados son inferiores a los obtenidos por los jugadores de nuestro estudio ($1,25 \pm 1,08\%$).

El estudio llevado a cabo por Broad et al² sobre el porcentaje de peso perdido en jugadores de baloncesto durante un entrenamiento, desprende resultados iguales al 1%; los resultados obtenidos en nuestro estudio son superiores ($1,25 \pm 1,08\%$). En esta línea, Maughan et al²⁶ obtuvieron una media de porcentaje de peso perdido igual a $1,59 \pm 0,61\%$ en jugadores de fútbol durante un entrenamiento. Sin embargo, y también durante un entrenamiento, Shirreffs et al²⁷ obtuvieron resultados de 1,62% de media en porcentaje de peso corporal perdido en jugadores de fútbol. En ambos casos^{26,27}, el porcentaje de peso perdido por parte de los jugadores fue superior al obtenido en nuestro estudio ($1,25 \pm 1,08\%$).

En conclusión, el porcentaje de peso perdido por los jugadores de nuestro estudio (atacantes), demuestra que la ingesta de líquido realizada no fue suficiente para compensar las pérdidas sufridas por deshidratación. A pesar de que los jugadores disponen de numerosas posibilidades de ingerir líquidos (interrupciones en el juego, sustituciones, tiempos muertos, etc.) ésta es insuficiente, por lo que terminan el partido en valores de deshidratación que se asocian con una reducción del rendimiento físico. Además, se deberían aplicar estrategias de concienciación sobre la importancia de la ingesta de líquidos, y realizar las mediciones oportunas para ajustarlas a las necesidades de los jugadores. Igualmente, estos programas deberán estar basados en las características individuales de cada jugador, y no sólo en el tiempo de juego o en el puesto específico que ocupen.

Limitaciones metodológicas

El presente trabajo ha contado con una limitación principal asociada a la especial relevancia de la muestra. La particularidad de realizar la toma de datos en un equipo profesional de máxima categoría durante la disputa de partidos oficiales, motivó ciertas reducciones, como el bajo tamaño muestral. Del mismo modo, los aspectos reglamentarios del propio deporte, o las restricciones evidentes de la organización del club impidieron el acceso a un mayor conjunto de datos, tales como valores de frecuencia cardíaca o muestras sanguíneas. Lo ideal, por nuestra parte, habría sido poder determinar la duración e intensidad de los esfuerzos de nuestros jugadores, así como los indicadores de su estado físico, tales como los niveles de lactato o glucosa sanguínea.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecer a la Universidad de Murcia la oportunidad de llevar a cabo este trabajo, y a los integrantes de la primera plantilla de ElPozo Murcia Turística Fútbol Sala su colaboración desinteresada.

Bibliografía

- Guyton AC. Fisiología Humana. 5ª ed. México D.F.: Interamericana; 1983.
- Broad EM, Burke LM, Cox GR, Heeley P, Riley M. Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *Int J Sport Nutr.* 1996;6:307-20.
- Murray R. Deshidratación, hipertermia y deportistas: ciencia y práctica. *J Athl Train.* 1996;31(3):248-52.
- Burke LM. Fluid balance during team sports. *J Sports Science.* 1997;15(3):287-95.
- Cox GR, Broad EM, Riley MD, Burke LM. Body mass changes and voluntary fluid intakes of elite level water polo players and swimmers. *J Sci Med Sport.* 2002;5(3):183-93.
- Maughan RJ, Gleeson M. *The Biochemical Bases of Sports Performance.* Oxford: Oxford University Press; 2004.
- Roses JM, Pujol P. Hidratación y ejercicio físico. *Apunts Medicina de L'Esport.* 2006;150:70-7.
- López-Román J, Martínez AB, Luque A, Villegas JA. Estudio comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante un ejercicio de larga duración. *Archivos de Medicina del Deporte.* 2008;25(123):435-44.
- Palacios N, Franco L, Mamonelles P, Manuz B, Villegas JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. *Archivos de Medicina del Deporte.* 2008;126(25):245-58.
- Sawka MN, González RR, Young AJ, Muza SR, Pandolf KB, Lutzka WA, et al. Polycythemia and hydration: Effects on thermoregulation and blood volume during exercise-heat stress. *Am J Physiology.* 1988;255:456-63.
- González-Alonso J, Coyle EF. Efectos fisiológicos de la deshidratación. ¿Por qué los deportistas deben ingerir líquidos durante el ejercicio en el calor? *Apunts: Educación Física y Deportes.* 1998;54:46-52.
- Cheuvront SN, Carter R, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep.* 2003;2:202-8.
- Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci.* 2004;22:39-55.
- Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):377-90.
- Wilmore JH, Costill DL. *Fisiología del Esfuerzo y del Deporte.* Barcelona: Paidotribo; 2007.
- Maughan RJ, Shirreffs SM, Leiper JB. Errors in the estimation of hydration status from changes in body mass. *J Sports Sci.* 2007;25(7):797-804.
- Sanz P, López C, Marín B. Estudio sobre modificaciones de grasa corporal y pérdidas de agua en deportistas. Espectrofotometría por infrarrojos proximal. *Apunts Educación Física y Deportes.* 1992;27:6-11.
- Murray R. Hydration and physical performance. *J Am Coll Nutr.* 2007;26(5 Suppl):542S-8.
- Barbero JC, Castagna C, Granda J. Deshidratación y reposición hídrica en fútbol sala. Efectos de un programa de intervención sobre la pérdida de líquidos durante competición. *Motricidad. European Journal of Human Movement.* 2006;17:97-110.
- Casa DJ, Clarkson PM, Roberts WO. American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Curr Sports Med Rep.* 2005;14:115-27.
- Montain SJ. Hydration recommendations for sport. *Curr Sports Med Rep.* 2008;7(4):187-92.
- American College of Sports Medicine. ACSM Position Stand on Exercise and Fluid Replacement. *Medicine Science and Sports Exercise.* 1996;28(1):1-7.
- Barr SI, Costill DL. Water: can the endurance athlete get too much of a good thing? *J Am Diet Assoc.* 1989;89:1629-32.
- Mesa JL, Ruiz J, Mula FJ, Gutiérrez A, Castillo MJ. Hidratación y rendimiento: pautas para una elusión efectiva de la deshidratación por ejercicio. *Apunts: Educación Física y Deportes.* 2002;70:26-33.
- Hernández J. Análisis de los parámetros espacio y tiempo en el fútbol sala. La distancia recorrida, el ritmo y dirección del desplazamiento del jugador durante un encuentro de competición. *Apunts: Educación Física y Deportes.* 2001;65:32-44.
- Maughan RJ, Merson SJ, Broad NP, Shirreffs SM. Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *Int J Sport Nutr.* 2004;14(3):333-46.
- Shirreffs SM, Aragón-Vargas LF, Chamorro M, Maughan RJ, Serratos L, Zachwieja JJ. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *Inter J Sports Med.* 2005;26:90-5.
- Martarelli D, Ugocioni F, Stauffacher F, Spataro A, Cocchioni M, Pompei P. Assessment of body fluid balance and voluntary drinking in ultimate players during a match. *J Sports Med Phys Fitness.* 2009;49(3):265-71.
- Norton K, Whittingham N, Carter L, Kerr D, Gore C, Marfell-Jones M. Measurement techniques in anthropometry. En: Norton K, Olds T, editores. *Antropométrica.* Sydney: Editorial UNSW; 1996.
- Martins M, Aparecida J, Kleverson J, Works RH, Wagner R, Bohn JH, et al. A desidratação corporal de atletas amadores de futsal. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício.* 2007;1(5):24-36.
- Beas JD, Ribas J, Centeno RA, da Silva-Grigoletto ME, Viana BH, Gómez-Puerto JR, et al. Prevención de lesiones musculares en el fútbol profesional mediante suplementación oral de hidratos de carbono y monohidrato de creatina. *Rev Andal Med Deporte.* 2008;1:14-21.
- Hamouti N, Estévez E, Del Coso J, Mora R. Fluid balance and sweat sodium concentration in elite indoor team sport players during training. *Comunicación presentada en 12th Annual Congress of the ECSS, 11-14 July 2007, Jyväskylä, Finland.*



Original

Relación entre la capacidad física y la calidad de vida en trabajadores de una institución universitaria

Y.L. Uribe Vélez^a, V.A. Dosman González^a, L.P. Triviño Quintero^a, R.A. Agredo Zúñiga^a, A.M. Jerez Valderrama^b y R. Ramírez-Vélez^{a,c*}

^aFundación Universitaria María Cano. Extensión Cali. Colombia.

^bUniversidad del Valle. Departamento de Ciencias Fisiológicas. Farmacología. Cali. Colombia.

^cUniversidad del Valle. Departamento de Ciencias Fisiológicas. Bioquímica. Cali. Colombia.

Historia del artículo:

Recibido el 17 de noviembre de 2009

Aceptado el 7 de enero de 2010

Palabras clave:

Capacidad física.

MET.

Calidad de vida.

Trabajadores.

Key words:

Physical capacity.

METS.

Quality of life.

Workers.

RESUMEN

Objetivo. Estudiar la relación entre la capacidad física (CF) por VO_{2max} calculado y la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) en trabajadores administrativos de una institución universitaria.

Métodos. Estudio descriptivo, transversal, observacional, en 147 adultos de mediana edad, agrupados en tres estratos: baja CF < 6,0 unidades metabólicas (MET), moderada CF entre 6,1 y 9,0 MET, y adecuada CF > 9,1 MET. Se evaluó la CVRS con el cuestionario de salud SF-12 y la CF calculada con el Cuestionario-PAR-PAF como indicadores del estado de salud.

Resultados. La edad promedio de los grupos fue de $35,0 \pm 9,7$ años, sin diferencias entre sexo ($p = 0,95$). La CF en MET fue $9,6 \pm 2,8$, en mujeres y $9,1 \pm 2,8$ en hombres, ($p = 0,199$). Diferencias significativas por CF se encontraron en los dominios función física, salud general y la sumatoria del constructo físico (SCF-12) en mujeres, ($p < 0,05$). Se resalta la correlación entre la SCF-12 y la CF ($r = 0,45$; $p < 0,001$). Por último, mejores puntuaciones en la CVRS se observaron en el grupo de adecuada CF en ambos constructos y sexo.

Conclusiones. Se encontró que los sujetos con mayor CF acusan mejor CVRS en la población estudiada.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Relationship between physical capacity and quality of life in the workers of a university

Aim. To study the relationship between physical capacity (PC) by calculated VO_{2max} and health-related quality of life (HRQOL) in the administrative workers of a university.

Method. A cross-sectional, descriptive and observational study in 147 middle-aged adults, grouped into three strata: low PC < 6.0 metabolic units (METs) to moderate PC between 6.1 and 9.0 METs, and adequate PC > 9.1 METs. We evaluated the HRQOL-SF-12 and PC (Questionnaire-PAR-PAF) with health status indicators.

Results. Average age of the groups was 35.0 ± 9.7 years ($p = 0.95$). PC was 9.6 ± 2.8 METs in women and 9.1 ± 2.8 in men ($p = 0.199$). Significant differences in PC were found in the domains of physical function, general health and the physical construct summary (PCS-12) in women ($p < 0.05$). The correlation between the result of (PCS-12) and FC ($r = 0.45$, $p < 0.001$) stand out. Finally, better HRQL scores were observed in the group having adequate PC in both constructs and genders.

Conclusions. We found that the subjects with higher PC have better HRQOL in the population studied.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondencia:

R. Ramírez-Vélez.

Universidad del Valle San Fernando.

Escuela de Ciencias Básicas Médicas.

Departamento de Ciencias Fisiológicas.

Edificio 116. Oficina 5004.

Calle 4B 36-00 Sede San Fernando.

Santiago de Cali, Valle del Cauca. Colombia.

Correo electrónico: robin640@hotmail.com

Introducción

El beneficio de la práctica regular de algún tipo de actividad física y de los riesgos derivados de un estilo de vida sedentario han sido objeto de investigación en numerosos estudios epidemiológicos observacionales¹. Se ha demostrado que el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) aumenta cuando no se realiza una dosis mínima de actividad física regular; la capacidad física (CF) por $VO_{2m\acute{a}x}$ es un indicador en la aparición de ECNT². Blair et al³ describieron que las personas inactivas tienen una vida cerca de dos años más corta que sus contemporáneos más activos, y otros autores^{4,5} han demostrado la asociación que existe entre una menor percepción en la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), con una menor CF o con bajos niveles de actividad física, y en mayor proporción en individuos sedentarios⁵.

Actualmente, la medición de la CF por $VO_{2m\acute{a}x}$ se reconoce ampliamente como la forma más objetiva de determinar la aptitud física de los individuos, y representa la capacidad aeróbica máxima de un individuo⁶. Hoy en día se reconoce como el mejor modo de expresar y correlacionarlo con el peso corporal y con la presencia de ECNT^{3,6}. Cuando se mide en situación de reposo, indica el metabolismo basal y corresponde aproximadamente a 3,5 ml/kg/min, o unidad metabólica (MET)⁶. Sin embargo, debido al nivel de complejidad para su determinación, el equipamiento y la asistencia técnica, ha sido necesario requerir a instrumentos de medición más accesibles, conocidos como "modelos de regresión" o "indirectos", métodos fáciles, reproducibles y económicos para predecir la CF en sujetos físicamente activos^{6,7}.

Kaplan et al⁸ en 1996 describieron que sujetos que tenían menor percepción en la CVRS, presentaban baja CF y alteración en algunos indicadores antropométricos como circunferencia de cintura e índice de masa corporal, los cuales han sido asociados con mayor riesgo de morir por múltiples causas, especialmente por enfermedades relacionadas con el sistema cardiovascular. Asimismo, se han descrito asociaciones entre la aparición de ECNT y la presencia de factores de riesgo muchos de ellos prevenibles, entre los que destaca la hipertensión arterial (HTA), la diabetes mellitus (DM), la obesidad, la intolerancia a la glucosa y la dislipidemia, los cuales han mostrado concomitancia entre una baja CF y la aparición de ECNT⁷⁻⁹.

Debido a que el nivel de CF y el empleo son aspectos importantes de la vida adulta, se podría asumir que las medidas de CF deberían correlacionarse positivamente con las medidas de CVRS; sin embargo los datos disponibles en la literatura son escasos. De Boer et al¹⁰ realizaron una intervención con el objetivo de modificar el estilo de vida en un entorno laboral. Los resultados demostraron que el índice de carga laboral (evaluado con el ICL) era menor en el grupo de sujetos que habían sido intervenidos, y que éste se asociaba con mejores puntuaciones en la CVRS (evaluada con el cuestionario de calidad de vida SF-36). Asimismo, Chiu et al¹¹ evaluaron la relación entre la CVRS y el ICL en 2.173 sujetos (con edades comprendidas entre los 20 y los 67 años), en un entorno hospitalario y de producción de sectores públicos y privados de Taiwán. Los resultados mostraron diferencias y correlaciones estadísticas significativas en los dominios físicos y mentales del cuestionario de CVRS elaborado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), en los sujetos que reportaban una mejor CF.

Aunque existe una fuerte evidencia sobre los beneficios de la actividad física regular sobre la salud, la relación entre los niveles recomendados de actividad física determinada por la CF y la CVRS no se han descrito adecuadamente y pocos estudios han examinado las relaciones existentes en la población laboral¹², factor humano de primordial impor-

tancia, quienes además de encontrarse sometidos a factores de riesgo laboral, pueden presentar factores de riesgo de ECNT asociados al estilo de vida sedentario, que aunados a los primeros conducen al incremento de la discapacidad laboral¹².

Por tanto, evaluar la CVRS y la CF de forma colectiva desde una perspectiva integral, se convierte en una estrategia que reflejaría directamente la productividad económica y social de una institución prestadora de servicios. Este trabajo se ha centrado en evaluar la relación entre la capacidad física por $VO_{2m\acute{a}x}$ calculado y la calidad de vida relacionada con la salud en trabajadores administrativos de una institución universitaria.

Método

Sujetos

Se realizó un estudio transversal, observacional y descriptivo. El universo del estudio estuvo conformado por 350 empleados pertenecientes a una Institución Universitaria de Cali, Colombia, del área administrativa y jurídica, que cumplían jornadas laborales frente al computador de 8 horas entre septiembre y diciembre de 2008. Una vez confirmados los criterios de elegibilidad, se invitó a participar a hombres y mujeres entre 18 y 60 años, sin enfermedad cardiovascular o endocrina referida por antecedentes personales, y que aceptaran su participación de manera voluntaria mediante la firma de un consentimiento informado por escrito. Se excluyeron participantes que presentaran cualquiera de las siguientes patologías por antecedentes médicos y personales: diagnóstico previo de DM tipo 1 o 2, enfermedad crónica o inflamatoria, procesos infecciosos agudos o crónicos de cualquier etiología, presencia de cualquier enfermedad que afecte el metabolismo de la glucosa o los lípidos, enfermedades autoinmunes, rechazo a firmar el consentimiento informado, o condición mental que afectara la autonomía del participante.

Procedimientos

A cada individuo se le realizó historia médico-ocupacional, con registro de los datos sociodemográficos, antecedentes personales, antecedentes familiares y un examen físico general. La CVRS se evaluó a través del Cuestionario Genérico de Salud, versión corta-V2 12 *-item short form the SF-12® Health Survey* validado en Colombia por Lugo et al¹³ quienes encontraron que las escalas superaron el estándar propuesto de fiabilidad (α de Cronbach > 0,7). Este instrumento recoge medidas sobre el estado físico SCF-12 (sumatoria del constructo físico) y estado emocional SCM-12 (sumatoria del constructo mental), provenientes de las dimensiones o dominios: función física, función social, desempeño físico, desempeño emocional, salud mental, vitalidad, dolor corporal, salud general. Las opciones de respuesta forman escalas tipo Likert que evalúan intensidad o frecuencia. El número de opciones de respuesta oscila entre tres y seis, dependiendo del ítem, y cada pregunta recibe un valor que posteriormente se transforma en una escala de 0 a 50, donde 0 corresponde a un peor estado de salud y 50 a mejor percepción de salud o CVRS. Los estudios publicados sobre las características métricas de la versión española del SF-12, aportan suficiente evidencia sobre su fiabilidad, validez y sensibilidad (α de Cronbach > 0,7, reproducibilidad test-retest coeficiente de correlación intraclase [CCI] $r = > 0,75$)¹⁴. Adicionalmente, se realizó un estudio piloto para calcular el tiempo promedio del auto-diligenciamiento de los instrumentos, que fue de 6 minutos.

Para conocer la CF se empleó de manera auto-diligenciada el cuestionario de predicción de capacidad física para calcular de manera indirecta

Tabla 1Resultados de los dominios del cuestionario de calidad de vida relacionada con la salud SF-12 y capacidad física por VO₂máx calculado por sexo (n = 147)

Dominio	Mujeres			
	Total (N = 76)	< 6,0 MET (n = 12)	6,1-9,0 MET (n = 21)	> 9,1 MET (n = 43)
SCF-12 (constructo físico)	49,5 ± 5,4 [48,2-50,7]	46,9 ± 5,4* [43,4-50,3]	48,3 ± 6,4* [45,4-51,3]	50,8 ± 4,6*** [49,3-52,2]
Función física	52,0 ± 6,3 [50,6-53,5]	49,3 ± 7,1* [44,7-53,8]	50,3 ± 6,7* [47,2-53,3]	53,6 ± 5,5*** [51,9-55,3]
Desempeño físico	28,3 ± 2,5 [27,7-28,9]	27,6 ± 3,0 [25,6-29,5]	28,8 ± 1,6 [28,1-29,6]	28,2 ± 2,7 [27,4-29,0]
Dolor físico	51,5 ± 8,1 [49,6-53,4]	50,6 ± 7,9 [45,6-55,6]	50,6 ± 10,3 [45,9-55,3]	52,2 ± 7,1 [50,0-54,4]
Salud general	52,0 ± 6,0 [50,6-53,3]	48,8 ± 6,3* [44,8-52,8]	52,0 ± 6,1*** [49,2-54,8]	52,8 ± 5,7 [51,1-54,6]
SCM-12 (constructo mental)	42,8 ± 6,8 [41,2-44,4]	43,4 ± 7,5 [38,6-48,2]	42,0 ± 7,1 [39,8-44,2]	44,2 ± 5,9 [41,5-46,9]
Vitalidad	58,0 ± 7,1 [56,4-59,7]	57,8 ± 9,5 [51,7-63,9]	58,2 ± 6,7 [55,2-61,3]	58,0 ± 6,7 [55,9-60,1]
Función social	51,5 ± 7,6 [49,7-53,2]	49,8 ± 7,8 [44,8-54,8]	51,6 ± 7,7 [49,2-54,0]	52,2 ± 7,5 [48,8-55,6]
Desempeño emocional	21,0 ± 3,4 [20,2-21,8]	20,4 ± 4,0 [19,2-21,6]	21,9 ± 1,6 [21,2-22,7]	21,5 ± 3,2 [19,5-23,6]
Salud mental	52,2 ± 8,5 [50,3-54,2]	52,3 ± 8,2 [47,1-57,5]	51,9 ± 9,0 [49,1-54,7]	52,9 ± 7,9 [49,3-56,5]
Dominio	Hombres			
	Total (N = 71)	< 6,0 MET (n = 12)	6,1-9,0 MET (n = 22)	> 9,1 MET (n = 37)
SCF-12 (constructo físico)	50,8 ± 5,5 [49,5-52,1]	49,7 ± 6,4 [45,6-53,8]	50,3 ± 4,0 [48,5-52,1]	51,4 ± 5,9 [49,4-53,4]
Función física	53,8 ± 6,7 [52,2-55,4]	52,1 ± 10,6 [45,3-58,9]	53,7 ± 6,1 [51,0-56,4]	54,3 ± 5,5 [52,5-56,2]
Desempeño físico	28,0 ± 2,8 [27,3-28,7]	28,0 ± 3,0 [26,0-29,9]	27,8 ± 3,0 [26,5-29,2]	28,1 ± 2,8 [27,2-29,1]
Dolor físico	53,1 ± 7,2 [51,4-54,8]	54,8 ± 4,6 [51,9-57,8]	50,4 ± 9,6 [46,2-54,7]	54,1 ± 5,9 [52,1-56,1]
Salud general	53,3 ± 8,2 [51,3-55,2]	52,2 ± 9,6 [46,1-58,3]	53,0 ± 8,3 [50,2-55,8]	54,3 ± 7,5 [50,9-57,6]
SCM-12 (constructo mental)	43,4 ± 7,5 [41,6-45,2]	45,0 ± 5,6 [41,4-48,6]	44,1 ± 8,2 [40,5-47,8]	42,4 ± 7,7 [39,8-45,0]
Vitalidad	59,9 ± 8,8 [57,8-62,0]	60,3 ± 7,5 [55,5-65,1]	57,8 ± 9,1 [54,7-60,8]	63,3 ± 8,0 [59,7-66,8]
Función social	52,0 ± 7,7 [50,1-53,8]	51,5 ± 8,0 [46,4-56,6]	51,9 ± 9,2 [47,8-56,0]	52,2 ± 6,9 [49,8-54,5]
Desempeño emocional	21,5 ± 2,6 [20,9-22,2]	21,5 ± 2,1 [20,2-22,9]	21,7 ± 2,6 [20,6-22,9]	21,4 ± 2,8 [20,5-22,4]
Salud mental	59,9 ± 8,8 [57,8-62,0]	52,3 ± 9,0 [49,3-55,3]	52,0 ± 10,3 [47,4-56,6]	55,9 ± 6,0 [52,0-59,7]

Valores expresados en media ± desviación estándar e [intervalos de confianza de la media]. *Diferencias con el total, prueba *pos hoc* b-tukey, (p < 0,05). **Diferencias entre grupo < 6 MET, prueba *pos hoc* b-tukey, (p < 0,05).

Estado físico SCF-12 (constructo físico), estado emocional SCM-12 (constructo mental). El 0 corresponde a un peor estado de salud y el 100 a mejor salud.

el consumo máximo de oxígeno por (VO₂máx) sin hacer ejercicio Cuestionario PAR/PAF, descrito por Jackson et al¹⁵, y validado por Ramírez-Vélez et al en población colombiana^{6,16}. Este cuestionario cuantifica el nivel de actividad física realizada por un sujeto en los últimos 7 días: siendo *cero* (0) un indicativo de bajo nivel de actividad física y corresponde a una menor CF por VO₂máx, y *diez* (10) actividad física vigorosa asociada a una mejor CF por VO₂máx. Una vez se conocieron los valores del VO₂máx los participantes se estratificaron por sexo y capacidad física en MET (ml/kg/min) aplicando los conceptos de asociación de riesgo de ECNT y sedentarismo expuesto por Bernstein et al¹⁷. Se designó baja CF a las puntuaciones del cuestionario PAR/PAF < a 6,0 MET (1,5 l/min), moderada CF a las puntuaciones entre 6,1 y 9 MET (de 1,53 a 2,25 l/min), y adecuada CF la de las personas que hubieran obtenido puntuaciones mayores a 9,1 MET (> 2,28 l/min). El comité de investigaciones y ética de la Fundación Universitaria María Cano (FUMC), Extensión Cali, veló por el cumplimiento de los aspectos éticos y de protección de la privacidad de los participantes, (Declaración de Helsinki, 2004 y Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia).

Análisis estadístico

Los resultados se tabularon y examinaron con el programa SPSS versión 11.5[®] para el análisis descriptivo (medidas de tendencia central y dispersión). El coeficiente de correlación de Pearson (r), un análisis de varianza *Anova-one way* con prueba de ajuste *pos hoc* b-Tukey se utilizaron para explicar las diferencias y relaciones entre sexo, capacidad física y puntuación del cuestionario de salud SF-36, para cada constructo y dominio. Un valor (p < 0,05) se consideró como significativo.

Resultados

De la población evaluada, el 47,3 % (n = 71) eran hombres y el 52,7 % (n = 76) mujeres, (n = 147). La edad promedio fue de 35,0 ± 9,7 (intervalo de confianza [IC] 95% = 33,4-36,5), (rango 19,0-60,0 años). No se encontraron diferencias en la edad al estratificar por sexo: mujeres 35,4 ± 9,8 (IC 95% = 33,1-37,6) frente a hombres 34,6 ± 9,5 (IC 95% =

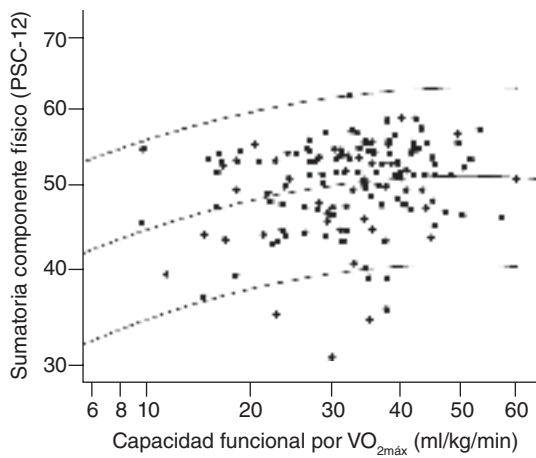


Fig. 1. Correlación entre la sumatoria del constructo físico (PCS-12) y la capacidad física por $VO_{2\text{máx}}$ calculado en la población general ($n = 147$). La sumatoria del constructo físico (SCF-12) agrupa los dominios del cuestionario de calidad de vida SF-12: función física, desempeño físico, dolor físico y salud general.

32,3-36,8) años, ($p = 0,95$). La CF en MET fue $9,6 \pm 2,8$ (IC 95% = 8,9-10,2) en mujeres, $9,1 \pm 2,8$ (IC 95% = 8,4-9,8) en hombres ($p = 0,199$), mientras que la CF general fue $9,3 \pm 2,8$ (IC 95% = 8,9-9,8), ($F = 1,178$, $p = 0,280$).

La tabla 1 describe los resultados de los constructos y dominios del cuestionario de calidad de vida SF-12 y CF por $VO_{2\text{máx}}$ en función del sexo. Se destacan las diferencias encontradas por CF en los dominios del cuestionario de salud SF-12: función física, salud general y en sumatoria del constructo físico (SCF-12) en el grupo de las mujeres, ($p < 0,05$).

Por último, en la figura 1 se resalta la correlación hallada entre el resultado del constructo físico (SCF-12) y la CF por $VO_{2\text{máx}}$ en los participantes ($r = 0,45$, $p < 0,001$).

Discusión

El objetivo principal de este estudio fue estudiar la relación entre la capacidad física por $VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min) calculado y la CVRS en trabajadores administrativos de una institución universitaria. Aplicando los conceptos de asociación de riesgo de ECNT y sedentarismo expuesto por Bernstein et al¹⁷ y otros autores^{17,18} quienes definen un individuo sedentario como aquel sujeto que invierte menos del 10% de su gasto energético diario en la realización de actividades físicas o actividades que requieran al menos 6,0 MET (actividad física equivalente o superior en gasto calórico a caminar a paso moderado), se pudo demostrar que los sujetos con mayor CF, acusan mejor CVRS.

Clásicamente, la CF tomando como indicador la unidad metabólica MET definida como el consumo energético de un individuo en estado de reposo, lo cual equivale aproximadamente a 1 kcal por kg de peso por hora, es decir, 4,184 kJ por kg de peso por hora, es hoy considerado como un indicador independiente de morbilidad y mortalidad cardiovascular, pero son menos los estudios que lo han asociado con el bienestar psicosocial o el bienestar físico¹⁷⁻¹⁹. No obstante, es importante matizar que aunque el grado de CF y la composición corporal se han propuesto como importantes indicadores del estado de salud en todas las edades, no deben dejarse a un lado otros factores clásicos del riesgo cardiovascular, como la presión arterial y el perfil lipídico, que siguen siendo importantes en la ecuación de la aparición de ECNT.

Nuestros resultados demuestran que los niveles recomendados de actividad física considerados como saludables por los organismos internacionales reflejados en la CF, fue mayor en los sujetos que acusaron mejor percepción de la CVRS como ha sido descrito en estudios previos, especialmente en el constructo de la dimensión física¹⁹⁻²². Brown et al²³ informaron de que los sujetos adultos saludables presentan mayores puntuaciones medias en los dominios del SF-36: salud general, salud mental y vitalidad a medida que se incrementan los niveles de actividad física en todos los grupos etáreos, resultados que coinciden con los de este trabajo. Asimismo, el estudio resultado de cuatro encuestas poblacionales realizado en Canadá y Estados Unidos, demostró asociaciones significativas en los grupos que presentaron mayores niveles de actividad física en ambos sexos y mejor percepción en la CVRS²⁴. Del mismo modo, estos autores señalan que el promedio de bienestar psicológico y del constructo físico fue de 6 a 9% mayor entre las mujeres que tenían adecuados niveles de actividad física.

Otras investigaciones sugieren que los beneficios de la actividad física sobre la CVRS dependen de la presencia de ECNT o de condiciones médicas crónicas previas^{25,26}. Como otros estudios epidemiológicos³, nuestros resultados sugieren que el grado de CF podría influir la percepción de la CVRS. Destaca la importancia de la actividad física regular en la prevención y el tratamiento no sólo de factores de riesgo asociados a ECNT, sino también de enfermedades relacionadas con la salud mental como la depresión y la ansiedad²⁷⁻³⁰, aunque los resultados en la actualidad todavía son confusos³¹. Ford et al²⁷ observaron una estrecha relación en el auto-reporte del índice de masa corporal frente a la salud mental reportada con el cuestionario de salud SF-12. Otros estudios han encontrado que la actividad física afecta directamente a la mayoría de la CVRS a través de su impacto sobre el bienestar psicológico y emocional^{19,23-24}. Por ejemplo, Smolander et al³² describieron que no hay relación con los cambios en los dominios y constructos que evalúan la CVRS, con el aumento de la actividad física y/o CF. Sin embargo, al contrario de los resultados de Smolander et al³², algunas intervenciones con ejercicio físico llevadas a cabo en población similar a la de este trabajo han mostrado correlaciones que postulan que el incremento en la CF se asocia a una mejor CVRS²⁷, con resultados similares a los hallados en este estudio (fig. 1). Este hallazgo podría ser explicado por la influencia que ejerce una mejor CF en la condición física cardiovascular, la composición corporal, el bienestar bio-psicosocial y la salud mental, y estudios que muestran con claridad que el entrenamiento físico mejora la CVRS, especialmente en los que realizan un entrenamiento de alta intensidad, y que reducen al mismo tiempo los factores de riesgo, aunque este último aspecto es independiente de la intensidad del ejercicio¹⁹⁻²⁴.

Otros efectos del incremento de la CF sobre la salud mental han sido comprobados en diferentes poblaciones. Un estudio realizado por el Instituto de Salud de los EE. UU. en mujeres blancas sedentarias, reportaron 3,1 veces mayor riesgo de desarrollar síntomas depresivos durante ocho años de seguimiento, al compararlas con mujeres que participan en actividad física moderada en la línea de base^{33,34}. En comparación con los estudios de referencia para la realización de este trabajo (Taiwán y Finlandia), los hombres de edad similar presentaron puntuaciones más altas en las categorías de salud mental y salud física^{35,36}, al contrario de lo encontrado en este estudio.

Aunque el PAR/PAF es un modelo de regresión muy bien desarrollado y diferentes autores lo postulan como un método fácil y económico para predecir la CF en sujetos físicamente activos, antes de su uso se recomienda tener en cuenta consideraciones como el estatus de salud, el nivel de entrenamiento y una variedad de actividades sociales, cogniti-

vas y algunos factores psicológicos, pues éstas son observaciones que podrían ofrecer un informe inexacto del nivel de actividad física que afectaría la predicción⁶.

Nuestros resultados presentan algunas limitaciones. Por ejemplo, el diseño y el análisis transversal del estudio no permiten determinar causa y efecto. Si bien la actividad física puede mejorar la CVRS, es posible que personas con problemas de salud sean menos propensas a participar en la actividad física, aspecto no evaluado en este trabajo. Otras limitaciones como el nivel socioeconómico, la educación, la accesibilidad a los servicios de salud, etc. pueden influir al momento de conocer la percepción de la calidad de vida de un individuo, información que no se tomó en el análisis. Igualmente, los datos del auto-reporte pueden presentar sesgos de memoria por la forma en la que algunos sujetos encuestados perciben la participación en una actividad física regular, suficiente para ser considerados como adecuados y por tanto, puede subestimar la prevalencia y nivel de actividad física⁶. En conclusión, se ha observado que las personas que logran una mejor capacidad física tienden a una mejor percepción de la CVRS, especialmente en el constructo físico.

Fuentes de financiación

Los autores declaran que la investigación no recibió recursos financieros institucionales y/o privados para su realización.

Bibliografía

1. Varoa JE, Martínez-González MA. Current challenges in the research about physical activity and sedentary lifestyles. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:231-3.
2. Martínez-López E, Saldarriaga-Franco JF. Inactividad física y absentismo en el ámbito laboral. *Rev Salud Pública.* 2008;10:227-38.
3. Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, Paffenbarger RS, Gibbons LW, Macera CA. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA.* 1995;273:1093-8.
4. Bize R, Johnson JA, Plotnikoff RC. Physical activity level and health-related quality of life in the general adult population: a systematic review. *Prev Med.* 2007;45:401-15.
5. Dinç G, Eser E, Saatli GL, Cihan UA, Oral A, Baydur H, Ozcan C. The relationship between obesity and health related quality of life of women in a Turkish city with a high prevalence of obesity. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2006;15:508-15.
6. Ramírez-Vélez R, Delgado P. Análisis comparativo de las ecuaciones desarrolladas por Jackson et al y por el ACSM American College Sport Medicine para predecir el consumo máximo de oxígeno en estudiantes universitarios. *Revista Fisioterapia.* 2008;30:24-33.
7. Brown DW, Balluz LS, Heath GW, Moriarty DG, Ford ES, Giles WH, et al. Associations between recommended levels of physical activity and health-related quality of life. Findings from the 2001 Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS) survey. *Prev Med.* 2003;37:520-8.
8. Kaplan GA, Goldberg DE, Everson SA, Cohen RD, Salonen R, Tuomilehto J, et al. Perceived health status and morbidity and mortality: evidence from the Kuopio ischaemic heart disease risk factor study. *Int J Epidemiol.* 1996;25(2):259-65.
9. Berríos X, Koponen T, Huiguang T, Khaltav N, Puska P, Nissinen A. Distribution and prevalence of major risk factors of noncommunicable diseases in selected countries: the WHO Inter-Health Programme. *Bull World Health Organ.* 1997;75(2):99-108.
10. De Boer G, Van Beek J, CJ Durinck J, Verbeek F, Van Dijk. An occupational Health intervention programme for workers at risk for early retirement; A Randomised Controlled Trial. *Occup Environ Med.* 2004;61:924-9.
11. Chiu MC, Wang MJ, Lu CW, Pan XM, Kumashiro M. The work ability index and quality of life. *J Erg Occup Saf Health.* 2003;5:67-9.
12. Sirit Y, Acero C, Bellorin M, Portillo R. Síndrome metabólico y otros factores de riesgo cardiovascular en trabajadores de una planta de policloruro de vinilo. *Rev. Salud Pública.* 2008;10:239-49.
13. Lugo LE, García HI, Gómez CR. Confiabilidad del cuestionario de calidad de vida en salud SF-36 en Medellín, Colombia. *Rev Fac Nac Salud Pública.* 2006;24:37-50.
14. Vilagut G, Valderas JM, Ferrer M, Garin O, López-García E, Alonso J. Interpretation of SF-36 and SF-12 questionnaires in Spain: physical and mental components. *Med Clin.* 2008;130:726-35.
15. Jackson A, Blair S, Mahar M, Wier L, Ross R, Stuteville J. Prediction of functional capacity aerobic exercise testing. *Med Sci Sports Exerc.* 1990;22:863-70.
16. Ramírez-Vélez R, Agredo RA, Ortega JD, Dosman VA, López CA. Análisis comparativo del VO_{2max} estimado mediante las ecuaciones desarrolladas por Jackson et al y el American College of Sport Medicine en corredores de maratón. *Apunts.* 2009;44:57-65.
17. Bernstein SM, Morabia A, Sloutskis D. Definition and prevalence of sedentary behavior on an urban population. *Am J Public Health.* 1999;89:862-7.
18. Ekelund U, Brage S, Franks PW, Hennings S, Emmes S, Wareham NJ. Physical activity energy expenditure predicts progression towards the metabolic syndrome independently of aerobic fitness in middle-aged healthy Caucasians: the Medical Research Council Ely Study. *Diabetes Care.* 2005;28:1195-2000.
19. Trolle-Lagerros Y, Mucci LA, Kumle M, Braaten T, Weiderpass E, Hsieh CC, et al. Physical activity as a determinant of mortality in women. *Epidemiology.* 2005;16:780-5.
20. Conn VS, Hafdahl AR, Cooper PS, Brown LM, Lusk SL. Meta-analysis of workplace physical activity interventions. *Am J Prev Med.* 2009;37:330-9.
21. Rejeski WJ, Mihalko SL. Physical activity and quality of life in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56:23-35.
22. Ellingson T, Conn VS. Exercise and quality of life in elderly individuals. *J Gerontol Nurs.* 2000;26:17-25.
23. Brown WJ, Mishra G, Lee C, Bauman A. Leisure time physical activity in Australian women: relationship with well-being and symptoms. *Res Q Exer Sport.* 2000;71:206-16.
24. Stephens T. Physical activity and mental health in the United States and Canada: evidence from four population surveys. *Prev Med.* 1988;18:35-47.
25. Stewart AL, Hays RD, Wells KB, Rogers WH, Spritzer, Greenfield S. Long-term functioning and well-being outcomes associated with physical activity and exercise in patients with chronic conditions in the medical outcomes study. *J Clin Epidemiol.* 1994;47:719-30.
26. Kritz-Silverstein D, Barrett-Connor E, Corbeau C. Cross-sectional and prospective study of exercise and depressed mood in the elderly. The Rancho Bernardo Study. *Am J Epidemiol.* 2001;153:596-603.
27. Ford ES, Moriarty DG, Zack MM, Mokdad AH, DP Chapman. Self-reported body mass index and health-related quality of life: findings from the Behavioral Risk Factor Surveillance System. *Obes Res.* 2001;9:21-31.
28. Ramírez R. Calidad de vida relacionada con la salud como medida de resultados en salud: revisión sistemática de la literatura. *Rev Col Cardiol.* 2007;14:207-22.
29. Dunn A, Trivedi M, O'Neal H. Physical activity dose response effects on outcomes of depression and anxiety. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:5587-97.
30. Weyer S, Kupfer B. Physical exercise and psychological health. *Sports Med.* 1994;17:108-16.
31. Rejeski W, Mihalko S. Physical activity and quality of life in older adults, *J Gerontol (Ser A).* 2001;56:23-35 (Special Issue II).
32. Smolander J, Blair SN, Kohl HW. **Work ability, physical activity, and cardiorespiratory fitness: 2-year results from project active.** *J Occup Environ Med.* 2000;42(9):906-10.
33. Plotnikoff RC, Brunet S, Courneya KS, Spence JC, Birkett NJ, Marcus B, et al. The efficacy of stage-matched and standard public health materials for promoting physical activity in the workplace: the Physical Activity Workplace Study (PAWS). *Am J Health Promot.* 2007; 21(6): 501-9.
34. Farmer ME, Locke BZ, Mosicki EK, Dannenberg AL, Larson DB, Radloff LS. Physical activity and depressive symptoms: the NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Epidemiol.* 1988;128(6):1340-51.
35. Marshall AL. Challenges and opportunities for promoting physical activity in the workplace. *J Sci Med Sport.* 2004;7(1 Suppl):60-6.
36. Pohjonen T, Ranta R. Effects of worksite physical exercise intervention on physical fitness, perceived health status, and work ability among home care workers: five-year follow-up. *Prev Med.* 2001;32(6):465-75.



Original

ARTÍCULO EN PORTUGUÉS

Efeito do incremento de carga na resposta eletromiografica e no lactato sangüíneo durante exercício estático

A.P. de Aguiar^{a,b}, J.C. de Oliveira^c, V.C. Stefanelli^a, M.G. de Oliveira^d, P.H. Silva Marques de Azevedo^c, V. Baldissera^c y D. Rodrigues Bigaton^a

^aUniversidade Metodista de Piracicaba. Mestrado em Fisioterapia. Piracicaba. Brasil.

^bCentro Universitário Herminio Ometto. Faculdade de Fisioterapia. Araras. Brasil.

^cUniversidade Federal de São Carlos. Laboratório de Fisiologia do Exercício. São Carlos. Brasil.

^dUniversidade de São Paulo. Escola de Educação Física e Esportes. São Paulo. Brasil.

Historia del artículo:

Recibido el 14 de diciembre de 2009

Aceptado el 22 de enero de 2010

Palabras clave:

Ejercicio de la fuerza.
Raíz media cuadrática.
Frecuencia media.
Umbral anaeróbico.

Key words:

Resistance exercise.
Root mean square.
Median frequency.
Blood lactate.

Contacto:

A.P. de Aguiar.
Rua Barão de Arary, 319, centro.
Araras-SP, Brasil
E-mail: anaaguiar@linkway.com.br

RESUMEN

El efecto del incremento en la carga en la respuesta electromiográfica y en el lactato sangüíneo durante el ejercicio estático

Objetivo. El objetivo de este estudio fue el de investigar la viabilidad de la identificación del umbral anaeróbico (AT) por medio de las respuestas del lactato sangüíneo (La^-) y de la electromiografía (EMG) durante la ejecución de tareas de fuerza isométrica creciente.

Método. Veinticuatro hombres saludables (22 ± 2 años) fueron voluntariamente sometidos a la prueba incremental discontinua en equipamiento resistido del tipo Leg Press 45°. El esquema progresivo de cargas fue de 3% de la carga máxima (1RM) en cada etapa y conducido hasta el agotamiento voluntario, donde la relación esfuerzo-pausa fue de 1:2 minutos (contracción voluntaria isométrica y reposo pasivo). Fueron analizados la raíz media cuadrática (RMS) y la frecuencia media (MDF) del muslo recto femoral y vasto externo bilateralmente. La determinación del AT por medio del La^- y de la EMG fue efectuado por el modelo matemático.

Resultados. Los umbrales identificados se quedaron situados entre 13-16% de la 1RM y no hubo diferencias significantes ($p > 0,05$) en las diferentes situaciones investigadas. Todos los valores individuales estaban dentro de los límites de concordancia conforme a lo evidenciado por la *Bland-Altman Plotting*. Los valores extremos y *outliers* contenidos en los residuos no fueron significantes ($p > 0,05$) y presentaron una distribución normal y homogénea.

Conclusión. Los datos sugieren que sí es posible la identificación del AT por medio del La^- y del RMS y que hay concordancia entre ellos. Sin embargo, la MDF se ha mostrado inestable para este propósito.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

The effect of the increment of loading on the electromyography and blood lactate response during static exercise

Objective. The purpose of this study was to investigate the viability of identifying the anaerobic threshold (AT) by the responses of sanguine lactate (La^-) and the electromyography (EMG) during the execution of the task in the increasing isometric strength.

Methods. 24 healthy male (22 ± 2 y.o.) were voluntarily induced to an incremental discontinued test in Leg Press 45°. The progressive scheme of charge was of 3% of the maximum charge (1RM) in each step and conducted until voluntary tiredness, where the relation task-pause was of 1:2 minutes (isometric voluntary contraction and passive rest). It has been analyzed the Root Mean Square (RMS) and the Medium Frequency (MDF) of the rectus femoris muscle and the vastus lateralis (vastus externus) bilaterally. The determination of the AT was done by the La^- and the EMG determination was done by mathematical modeling.

Results. The identified AT were situated between 13-16% of 1RM and there were no significant differences ($p > 0.05$) between them in each different investigated situation. All of the individual amounts were inside of the

limits of agreement according observation on Bland-Altman plotting. The extreme content results and outliers inside the residues were no significant ($p > 0.05$) and they show a normal and homogeneous distribution.

Conclusion. The data suggest that it is possible to identify the AT by the La^- and the RMS and that is agreement between them. However the MDF was unstable for this purpose.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

El resumen en portugués se encuentra al final del texto.

Introdução

A eletromiografia de superfície (EMGs) provê fácil acesso aos processos fisiológicos que levam o músculo a gerar força e conseqüentemente a produzir movimento¹. Considerando tal afirmação, alguns pesquisadores^{2,3} evidenciaram a possibilidade de identificação do limiar anaeróbio (AT) por meio da EMGs (EMG_{Th}). Além disso, tem sido descrita uma relação linear entre a raiz média quadrática (RMS) e integral da EMG ($iEMG$)²⁻⁴ com AT identificado por meio de parâmetros ventilatórios em exercícios cíclicos dinâmicos (e.g. cicloergômetro)^{9-11,15} ou pelo lactato sanguíneo^{6,12-14}. Adicionalmente os parâmetros de amplitude e freqüência do sinal eletromiográfico tem sido utilizados para determinar o EMG_{Th} por apresentarem boa correlação com limiar ventilatório I (LV_1) e limiar ventilatório II (LV_2), com o limiar de lactato (LT), identificado pelo método *onset blood lactate accumulation* (OBLA)^{9,16-18}.

Para Hug et al⁹ e Hug et al^{10,11} a determinação do EMG_{Th} pode ser utilizado como uma forma não invasiva de determinar o AT, que constitui um parâmetro fisiológico de grande importância para o fornecimento de informações referentes aos principais sistemas biológicos do organismo. Além disso, tal abordagem pode ser considerada para exercícios e grupos musculares específicos¹⁹.

Os estudos realizados até então, buscaram determinar o EMG_{Th} em exercícios cíclicos dinâmicos, sendo que até o presente momento a determinação desse parâmetro em exercícios resistidos isométricos realizados de forma incremental não haviam sido testados.

Partindo da hipótese que tanto a amplitude como a freqüência do sinal da EMGs possam ser sensíveis na determinação do AT, mantendo uma boa concordância com o mesmo determinado pelo La^- , o presente estudo teve como objetivo investigar a viabilidade de identificação do limiar anaeróbio em exercício resistido isométrico por meio das respostas do sinal eletromiográfico e do lactato sanguíneo, além de determinar o grau de concordância entre os mesmo.

Métodos

Amostra

Os métodos utilizados no presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Metodista de Piracicaba – SP – Brasil. Foram selecionados 24 homens saudáveis, com idades entre 18 e 26 anos (22 ± 2 anos), massa corporal $78,70 \pm 13,08$ kg, altura de $176,00 \pm 0,07$ cm, carga máxima para *Leg Press 45°* de $256,66 \pm 39,19$ kg, com percentual de gordura de $19,33 \pm 5,23\%$ e dobra cutânea de quadríceps femoral de $12,84 \pm 4,84$ mm, após responderem a uma anamnese sobre seu histórico de saúde e prontidão para atividade física. Para inclusão no estudo cada participante deveria estar adaptado ao exercício com pesos por pelo menos dois anos, não ser usuário de qualquer tipo de droga, além de não apresentar problemas ósteo-ligamentares ou qualquer outro problema de saúde que limitasse sua participação nos testes de esforço propostos nesta metodologia.

Tarefas

O procedimento experimental foi realizado em três sessões distintas, separadas por um intervalo de 72 horas entre as mesmas. Na primeira sessão foi determinada a carga máxima para uma única repetição (1RM), segundo procedimento descrito por Oliveira et al²⁰. Na segunda sessão foi aplicado o protocolo experimental incremental, onde simultaneamente foi feita a aquisição do sinal EMG e das amostras sanguíneas para posterior determinação do LT e EMG_{Th} . Na terceira sessão, foram realizadas 3 séries de 5 seg cada, em contração voluntária isométrica com carga equivalente a 1RM, para a aquisição do sinal EMGs, sendo que entre as séries foi respeitado um intervalo de 5 min.

Protocolo de estudo

O exercício resistido incremental foi realizado em equipamento do tipo *Leg Press 45°*, no qual o voluntário manteve-se posicionado adequadamente com uma inclinação de 45° do tronco (com apoio dorsal) em relação ao plano horizontal do solo, com os joelhos estendidos e os pés apoiados sobre a plataforma de pesos com a articulação do tornozelo em posição neutra. Na realização do ciclo de movimento os joelhos e o quadril realizam uma flexão de 90°. O exercício incremental foi realizado de forma crescente seguindo a padronização de fracionamento das cargas, a qual ficou estabelecida de 3 em 3% de 1RM em cada estágio, ou seja, 3%, 6%, 9%, 12%, 15%,..., 33% ou até exaustão voluntária. Todas as séries foram compostas de 1 min em contração isométrica a 90° de flexão dos joelhos controlada por eletrogoniômetro previamente calibrado. Dois minutos de repouso entre as séries foram respeitados para o acréscimo de carga e coleta de amostras sanguíneas. O final do teste foi determinado pela incapacidade do voluntário em realizar a contração dentro da mecânica correta (90° de flexão do joelho detectada pelo eletrogoniômetro) ou ainda por vontade própria do sujeito em interromper o teste.

Sistema, coleta e análise EMGs

Para coleta do sinal eletromiográfico foram utilizados um módulo de aquisição de sinal modelo EMG1000 (Lynx® São Paulo, SP, Brasil) e quatro eletrodos de superfície diferencial (Lynx® São Paulo, SP, Brasil), os quais seguem as recomendações do ISEK e *Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles* (SENIAM)²¹.

O módulo de aquisição de sinais EMG1000 (Lynx® São Paulo, SP, Brasil) apresenta impedância de 10^9 ohms, conversor analógico/digital com resolução de 16 bits e faixa de entrada ± 5 V, com freqüência de aquisição de 2.000 Hz, filtro do tipo Butterworth com passa alta de 20 Hz e passa baixa de 1.000 Hz. O EMG1000 (Lynx® São Paulo, SP, Brasil) foi conectado a um microcomputador desktop Pentium III. O sistema de aquisição de sinais foi conectado a uma bateria com capacidade de 10 ampères hora (AH) de 12 volts e sua conexão com o microcomputador foi feita por meio de fibra óptica para retirar a interferência da rede elétrica sobre

o eletromiógrafo, segundo procedimento descrito por Guirro, Forti e Bigaton²².

Os eletrodos de superfície diferencial (constituídos por duas barras de prata pura de 10 mm de comprimento, 1 mm de largura e distância entre as barras de 10 mm, com circuito pré-amplificador com ganho de 20 vezes ($\pm 1\%$), IRMC > 100 dB e razão sinal/ruído < 3 μ V RMS) foram posicionados perpendicularmente às fibras dos músculos reto femoral e do vasto lateral bilateralmente (RF_b e VL_b, respectivamente). Previamente a colocação do eletrodo a pele foi tricotomizada e limpa com álcool a 70%. O eletrodo de referência (30 x 40 mm) constituído de placa metálica foi posicionado sobre o manúbrio esternal e os locais para a colocação dos eletrodos seguiu as recomendações do SENIAM²¹.

Para a aquisição do sinal digitalizado e o armazenamento dos dados em arquivos foi utilizado o software Aqdados (Lynx®, São Paulo, SP, Brasil), versão 7.02 para Windows.

As coletas do sinal EMGs foram realizadas nas situações: a) repouso inicial, três coletas de 5 seg; b) contrações isométricas crescentes até a exaustão. Para cada carga foi mantida a contração isométrica por 1 min, período no qual foram realizados três registros eletromiográficos consecutivos de 5 seg; c) repouso final no 3º, 6º e 9º minutos após a exaustão voluntária.

O sinal eletromiográfico foi processado nos domínios do tempo e da frequência. Para análise no domínio do tempo foi calculado o valor da RMS. Para análise no domínio da frequência a Transformada Rápida de Fourier (*Fast Fourier Transform – FFT*) foi aplicada ao sinal eletromiográfico com o propósito de gerar a densidade espectral de potência. Para tal foram utilizadas janelas de 512 pontos com 256 ms do tipo *hanning*, com superposição de 50%. O espectro de potência foi analisado por meio da frequência mediana.

O processamento do sinal eletromiográfico foi executado pela análise *off-line*, no software Matlab® 6.5.1, utilizando-se funções específicas para avaliar a qualidade do sinal adquirido e para obter os valores de RMS e frequência mediana (MDF).

A normalização²³ deu-se pelos valores de RMS e MDF obtidos na contração isométrica na carga de 1RM, onde as unidades normalizadas de RMS e MDF (RMS_{nu} e MDF_{nu}) foram obtidas por meio da fórmula: $RMS_{nu} = RMS/RMS_{1RM}$ e $MDF_{nu} = MDF/MDF_{1RM}$, respectivamente.

Coleta e análises das amostras sanguíneas

As amostras sanguíneas foram obtidas por punção no lobo da orelha após assepsia, onde foram coletados 25 μ l de sangue arterializado e imediatamente armazenados em tubos de Eppendorff contendo 50 μ l NaF⁺ a 1% e estocados a -20 °C. As amostras foram analisadas em duplicata por meio do analisador eletro-enzimático modelo YSI 1500 Sport (Yellow Springs Inc.-USA). Coeficiente de variação (CV) \geq que 10% nos valores intra-ensaios foram desconsiderados para análises. Os valores da lactemia foram expressos em mmol.L⁻¹.

Modelo matemático na determinação dos limiares de LT e EMG_{th}

Para a determinação LT e EMG_{th} (RMS_{th} e MDF_{th}) foi utilizado a inspeção visual do comportamento cinético ao longo do tempo e o modelo matemático-estatístico proposto por Beaver, Wasserman e Whipp²⁴. Posteriormente foi aplicada a regressão linear simples dos dois segmentos conforme proposta de Mader e Hack²⁵. Tal procedimento proporciona um melhor ajuste nos dados e minimiza a subjetiva inerente a determinação visual AT^{10,11,15,24,25}.

Análise estatística

As análises foram realizadas no software *Statistica 6.0* (StatSoft, Inc) e no BioEstat 5.0²⁶. Para avaliar a possibilidade de utilização de testes paramétricos, realizou-se o teste de normalidade de D'Agostino-Pearson e de homogeneidade de Levene. Teste de Friedman com *post hoc* de Dunn foi utilizado para comparar as respostas do sinal EMG durante o teste incremental tendo como série controle os valores de repouso. ANOVA de um caminho para medidas pareadas e repedidas com *post hoc* de Dunnett foi utilizado para comparar as respostas do La⁻ durante o teste incremental tendo como série controle os valores de repouso. Para verificar o efeito do método e do músculo, bem como a interação entre método vs. músculo foi utilizado o teste ANOVA de dois caminhos (3 métodos [RMS_{th} vs. MDF_{th} vs. LT] vs. 2 músculos [RF_b vs. VL_b]). A plotagem de Bland-Altman foi utilizada para determinar o grau de concordância entre os métodos²⁷ e as análises dos resíduos para determinar a normalidade e a probabilidade da significância dos *outliers* e extremos²⁶. O índice de significância adotado foi de 5%.

Resultados

Para a análise da variância intra-séries o teste ANOVA de um caminho para medidas pareadas e repetidas (n = 24) mostrou haver diferença significativa (p = 0,0001) e o teste *post hoc* de Dunnett localizou as diferenças a partir dos estágio entre 18-24% da 1RM nas concentrações de La⁻ durante o esforço incremental. O teste de Friedman também mostrou haver diferença significativa (p = 0,0002) e localizada pelo *post hoc* de Dunn nos estágios entre 15-24% e 12-24% da 1RM para a RMS_{nu} e MDF_{nu}, para o RF_b e VL_b durante o esforço incremental, respectivamente. A figura 1 ilustra os valores X \pm DP em todas as situações estudadas.

A metodologia adotada possibilitou ainda perfeita identificação do LT (n = 24), do RMS_{th} (n = 24), contudo somente em 16 dos 24 sujeitos foi possível a identificação do MDF_{th} nos músculos estudados (RF_b e VL_b). O teste ANOVA de dois caminhos evidenciou efeito entre os métodos (p = 0,006) e o teste *post hoc* de Tukey localizou as diferenças entre RMS_{th} vs. MDF_{th} (p = 0,02) e RMS_{th} vs. LT (p = 0,01), contudo não houve efeito do músculo (p > 0,05) ou interação entre o método e o músculo (p > 0,05) para os valores expressos relativamente ao percentual de 1RM (tabela 1 e figura 2).

A plotagem de Bland-Altman evidenciou que em geral todos os valores individuais estavam dentro dos limites de concordância ($\pm 2DP$). Em adição na determinação dos valores extremos e *outliers* (e.g. diferença da média 5,82%, 5,80% e 4,77 % de 1RM e 14,63%, 12,94% e -12,86 % de 1RM) contidos nos resíduos de LT vs. RMS_{th} e LT vs. MDF_{th} (para RF_b e VL_b), respectivamente, nenhum se mostrou significativo (p > 0,05), além dos resíduos se apresentarem em um distribuição normal (p > 0,05). Os valores obtidos nas análises de Bland-Altman são apresentados na tabela 2 e ilustrados pela figura 3.

Discussão

Os principais achados desta investigação apontam para a possibilidade de identificação dos LT e RMS_{th} em ambos os músculos estudados (e.g. RF_b e VL_b), sendo que os valores ficaram situados na média entre 13-16% da 1RM.

As análises permitiram observar que os valores de La⁻ seguem os padrões anteriormente reportados em protocolos experimentais que in-

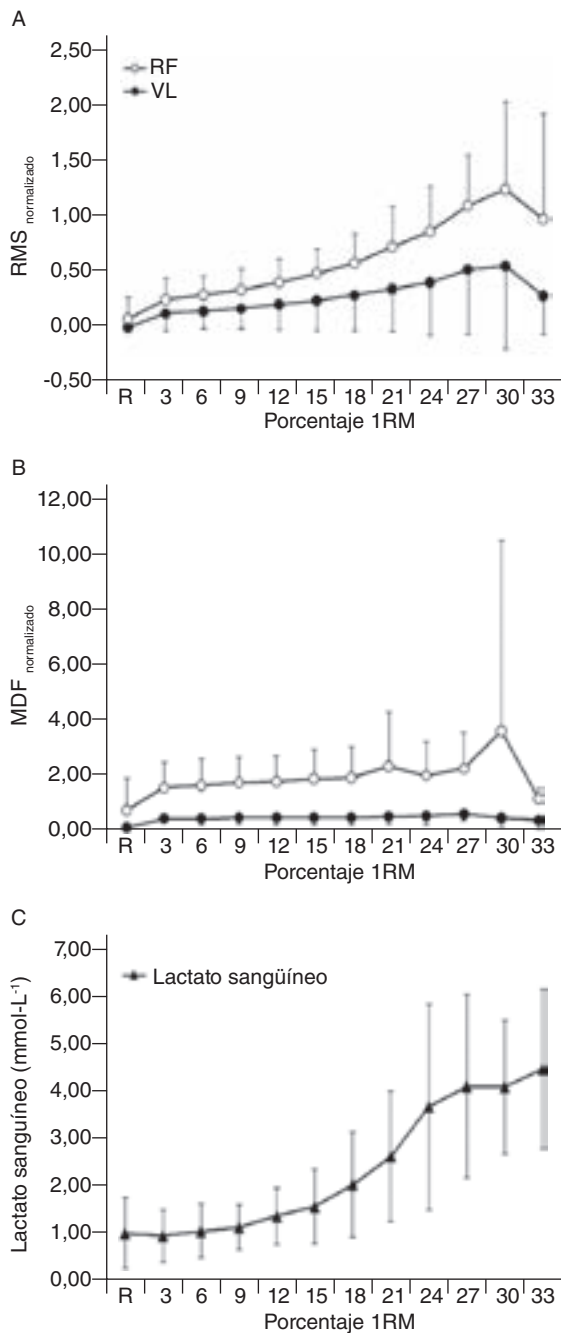


Fig. 1. A. Resposta X ± desvio padrão do RMS_{nu} (A), MDF_{nu} (B) e lactata sanguíneo (C), durante teste incremental isométrico no exercício do tipo Leg Press para os músculos reto femoral (RF) e vasto lateral (VL) bilateralmente.

Tabela 1

Valores relativos e absolutos X ± DP do AT identificado por parâmetros de La⁻ e EMGs (RMS e MDF) para RF e VL bilateralmente

		RMS _{th} (n = 24)	MDF _{th} (n = 16)	LT (n = 24)
Relativo (%)	RF _b	13,53 ± 3,82 ^{*,**}	15,93 ± 7,03	16,46 ± 3,66
	VL _b	13,23 ± 2,24	16,73 ± 4,74	
Absoluto (kg)	RF _b	38,27 ± 16,88 ^{*,**}	41,57 ± 19,64	40,44 ± 12,22
	VL _b	37,19 ± 14,16	42,77 ± 13,25	-0,53

ANOVA 2 caminhos (efeito do método: p < 0,006); AT: limiar anaeróbio; EMGs: eletromiografia de superfície; La⁻: lactato sanguíneo; LT: Limiar de Lactato; MDF_{th}: limiar de frequência mediana; RF_b: músculo reto femoral (bilateralmente); RMS_{th}: limiar da raiz média quadrática; VL_b: músculo vasto lateral (bilateralmente).

*Post hoc Tukey: p < 0,01 entre RMS_{th} vs. LT; **p < 0,02 entre RMS_{th} vs. MDF_{th} para ambos os valores relativos (%1RM) e absolutos (kg).

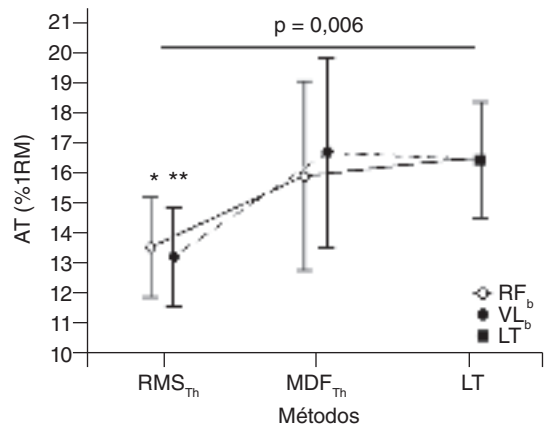


Fig. 2. Representação gráfica dos valores X ± desvio padrão do AT (%1RM) identificado por meio do limiar de lactato, eletromiografia de superfície (RMS_{th} e MDF_{th}) para os músculos RF e VL bilateralmente. ANOVA 2 caminhos (efeito do método = p < 0,006).

AT: limiar anaeróbio; LT: limiar de actato; MDF_{th}: limiar de frequência mediana; RF_b: músculo reto femoral (bilateralmente); RMS_{th}: limiar da raiz média quadrática; VL_b: músculo vasto lateral (bilateralmente).

*Post hoc Tukey: p < 0,01 entre RMS_{th} vs. LT; **p < 0,02 entre RMS_{th} vs. MDF_{th}.

Tabela 2

Análises de Bland-Altman

	Bias	± DP	± 2DP
LT vs. RMSTh	-2,82	3,67	+ 4,53 - 10,16
LT vs. MDFTh	-0,14	6,26	+ 12,37 - 12,66

Bias: diferença da média; DP: desvio padrão; LT: limiar de lactato; MDF_{th}: limiar de frequência mediana; RMS_{th}: limiar da raiz média quadrática; ± 2DP: ± 2 vezes a diferença da média.

Valores expressos em % de 1RM.

investigaram a ocorrência do AT em diferentes modelagens de estudo em exercícios resistidos²⁸⁻³¹. Além disso, também foi possível verificar que os valores de La⁻ estão abaixo (figura 2) dos reportados por outros pesquisadores tanto em exercícios cíclicos dinâmicos¹¹ como nos exercícios resistidos²⁸⁻³¹ e que as respostas do RMS e do MDF estão de acordo com outras investigações^{8,9,11,15-17} que buscaram determinar o AT por meio da EMGs. Ainda tem sido demonstrado ser possível a determinação do AT pela integral do sinal EMGs^{2-9,11,12,14} e pelo RMS^{8-11,16,17} e tais estudos utilizaram-se de procedimento matemático semelhante ao adotada nesta investigação.

Diferentes eventos tem sido propostos para explicar o aumento exponencial dos valores de EMGs durante exercício incremental. O elenco de fatores vai desde a regulação do drive neural por meio de fatores centrais, ou seja, sincronização aumentada e retardamento médio do recrutamento da unidade motora a fatores periféricos, como a mudança na dispersão da condução do potencial de ação da fibra nervosa terminal, resultante de uma estratégia de controle motor. Além disso, essa estratégia motora estaria aliada ao aumento exponencial do La⁻ e possivelmente associada a uma atividade adrenérgica aumentada, que levaria a uma diminuição da oxidação e remoção do La⁻ e poderiam, portanto, influenciar diretamente no comportamento do RMS como proposto por diferentes pesquisadores^{8-11,16,17}. Outros fatores como maior recrutamento de fibras rápidas e decréscimo da pressão parcial de oxigênio^{11,16,32-37} ainda podem ser considerados, o que possivelmente contribuiu para uma resposta em espelho entre o La⁻ e o sinal EMGs.

Foi observada nesta investigação (tabela 1), resposta semelhante entre o RF_b e o VL_b na intensidade do AT quando identificadas pelo sinal EMGs que contradizem pesquisas anteriores, tanto em indivíduos não-

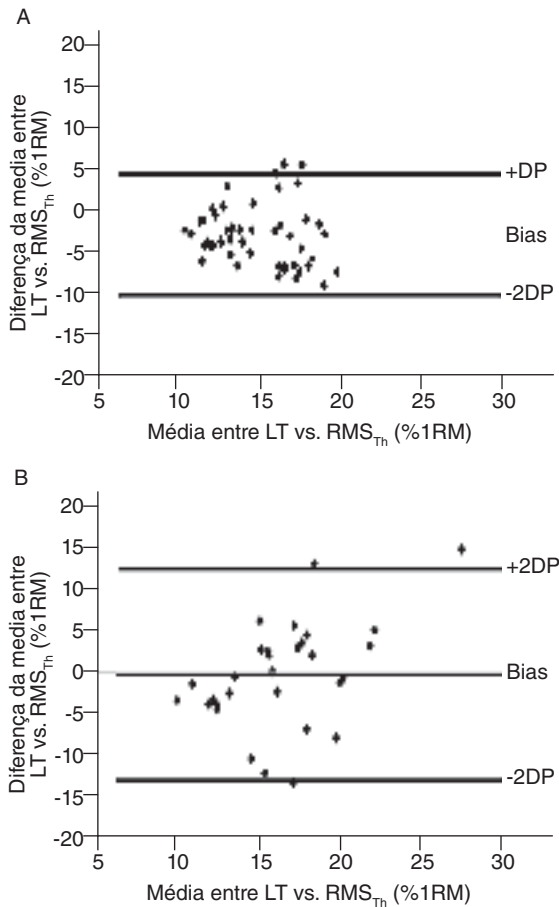


Fig. 3. Plotagem de Bland-Altman entre (A) LT vs. RMS_{Tn} (n = 48) e (B) LT vs. MDF_{Tn} (n = 32).

atletas^{3,4}, como em ciclistas bem treinados¹⁶ ou ainda durante esforços constantes³⁶ ou crescentes^{35,37}. Em adição é possível ainda especular que no modelo experimental adotado nesta investigação o RF apresentou um padrão maior de ativação durante o incremento de carga que o VL, como ilustrado na Figura 1A e 1B em ambos os índices observados (e.g. RMS_{nu} e MDF_{nu}), embora não tenha havido efeito ($p > 0,05$) do músculo nos valores identificados de AT por meio do RMS_{Tn} (aprox 13%1RM) e MDF_{Tn} (aprox 16%1RM). Tal discrepância, como bem afirma Lucia et al¹⁷ pode estar relacionada ao tipo de contração muscular e a diferenças cinésiológicas entre os dois músculos, não devendo descartar ainda uma possível diferença na composição das fibras musculares entre o RF e VL.

Como já mencionado os valores do AT identificados por meio do La⁻, RMS_{nu} e MDF_{nu} são aproximadamente metade dos reportados em exercícios resistidos dinâmicos²⁸⁻³¹. Azevedo et al²⁸, Barros et al²⁹, Oliveira et al³⁰ e Moreira et al³¹ investigaram os exercícios resistidos dinâmicos *Leg Press*, *Mesa Flexora*, *Supino Reto* e *Rosca Biceps* e mostraram que é possível identificar o AT por meio de La⁻ ou glicose sanguínea ficando os mesmos situados entre 25-33% de 1RM. Eventos intracelulares decorrentes do tipo de contração muscular (e.g. isométrica) podem explicar a diferença entre os limiares identificados no presente estudo das demais investigações.

Sabidamente ao longo do processo de contração muscular isométrica (e.g. esforço incremental) ocorre depressão da força em decorrência da diminuição da sensibilidade miofibrilar ao cálcio (Ca⁺⁺) e declínio da concentração de Ca⁺⁺ livre mioplasmático (devido à redução na liberação do Ca⁺⁺ do retículo sarcoplasmático). Além disso, o aumento do pH e o acúmulo do fosfato inorgânico (P_i) resultante da hidrólise do fosfato creatina

(PCr) teriam importante participação no declínio da força durante contrações isométricas repetidas, fossem elas de curta ou longa duração³⁸. Tais eventos possivelmente resultaram em uma antecipação nos processos metabólicos (aqui verificado pela resposta do La⁻)³⁹ decorrentes de uma possível estratégia para manutenção do processo contrátil verificado por meio do aumento da amplitude do sinal eletromiográfico.

Outro dado que chama a atenção é a ocorrência antecipada do RMS_{Tn} (aprox. 13% de 1RM) quando comparado aos LT e MDF_{Tn} (ambos aprox. 16%1RM) portanto, uma antecipação de aproximadamente 3% como evidenciada pelas análises de Bland-Altman (tabela 2) e ainda significativa ($p = 0,006$) quando comparada aos demais métodos. Esta resposta antecipada do RMS na determinação do AT, obviamente pode ser atribuída a uma resposta muscular imediata, pois o La⁻ resultante dos processos metabólicos locais em decorrência das contrações isométricas repetidas dos RF e VL apresentam um atraso entre a ocorrência do fenômeno local e a sua efetiva mensuração no sistema. Tal determinação torna a EMGs extremamente útil, provendo fácil acesso a processos fisiológicos musculares, podendo ratificar o fenômeno AT e corrigir possíveis distorções na determinação do mesmo (e.g. AT) em exercícios resistidos.

Já para os valores de MDF_{Tn}, embora apresentassem aparentemente uma melhor concordância (ver tabela 2 e figura 3B) e não se mostrassem significativamente diferentes do LT ($p > 0,05$), somente foi possível a determinação do AT para 16 dos 24 sujeitos selecionados para esta investigação. Mesmo próximos, tal resposta da MDF_{Tn} no presente estudo, não reflete a veracidade temporal da ocorrência e coincidência dos AT, uma vez que o parâmetro MDF, como sugerido por Akima et al³⁵, Maisetti et al³⁶, Felici et al³⁷ e Dimitrova et al⁴⁰ apresenta grande instabilidade em função da sua natureza aleatória, refletindo as mudanças de força e recrutamento das unidades motoras, bem como, a frequência de disparo das mesmas, além de possivelmente ter sido influenciado pela metodologia adotada nesta investigação.

Pesquisas anteriores com EMGs^{18,32-34} evidenciaram respostas similares de RMS, RMS *Slope* e MDF durante o incremento de carga que se assemelham em parte aos desta investigação, ou seja, incremento do RMS e comportamento inalterado da MDF. Contudo, Maisetti et al³⁶ em experimento para prever capacidade de resistência de quadríceps femoral, observaram que a MDF apresentou comportamento crescente para os músculos vasto medial e VL. Já Felici et al³⁷ demonstraram que a MDF pode apresentar uma resposta decrescente frente ao esforço incremental, o que reforçam conceito de que a MFD apresenta uma resposta instável e ainda é protocolo e músculo dependente.

Embora existam controvérsias a respeito da identificação do AT por parâmetros não invasivos (e.g. EMGs, lactato salivar, frequência cardíaca e sua variabilidade entre outros) e mesmo da existência ou não do AT, a principal virtude desta investigação, foi demonstrar que mesmo havendo diferença nas respostas do sinal mioelétrico em virtude do músculo ou do tipo de contração avaliada, foi possível identificar uma mudança no padrão de resposta em decorrência do aumento progressivo de carga ao longo do tempo e que esta mudança se assemelha a mudança nos padrões de resposta do metabolismo celular, que aqui foram verificadas por meio do La⁻.

Assim podemos concluir que o sinal eletromiográfico obtido dos músculos RF e VL bilateralmente podem prever a resposta do lactato sanguíneo durante teste incremental no exercício resistido do tipo *Leg Press* 45°, quando este for realizado de forma isométrica. Contudo o índice RMS da EMGs parece ser mais consistente para tal fim. Além disso, ambos os parâmetros (e.g. La⁻ e RMS) apresentam-se com alternativas viáveis na predição da intensidade de esforço referentes ao AT em exercícios resistidos isométricos.

RESUMO

Objetivo. O objetivo deste estudo foi investigar a viabilidade de identificação do limiar anaeróbio (AT) por meio das respostas do lactato sanguíneo (La^-) e do sinal eletromiográfico (EMG) durante a execução de tarefas de força isométrica crescente.

Método. 24 homens saudáveis (22 ± 2 anos) foram submetidos voluntariamente a teste incremental descontínuo em equipamento resistido do tipo Leg Press 45°. O esquema, progressivo de cargas foi de 3% da carga máxima (1RM) em cada estágio e conduzido até a exaustão voluntária, onde a relação esforço:pausa foi de 1:2 minutos (contração voluntária isométrica e repouso passivo). Foram analisadas a raiz média quadrática (RMS) e a Frequência mediana (MDF) do músculo reto femoral e vasto lateral bilateralmente. A determinação do AT por meio do La^- e da EMG foi efetuado por modelo matemático.

Resultados. Os limiares identificados ficaram situados entre 13-16% da 1RM e não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os mesmo nas diferentes situações investigadas. Todos os valores individuais estavam dentro dos limites de concordância conforme evidenciado pela plotagem de Bland-Altman. Os valores extremos e outliers contidos nos resíduos não foram significantes ($p > 0,05$) e apresentaram distribuição normal e homogênea.

Conclusão. Os dados sugerem que é possível a identificação do AT por meio do La^- e do RMS e que há concordância entre os mesmos. Contudo a MDF se mostrou instável para tal fim.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Palavras-chave:

Exercício resistido.
Raiz média quadrática.
Frequência mediana.
Limiar anaeróbio.

Bibliografia

- DeLuca CJ. The use of surface electromyography in Biomechanics. *J Biomech.* 1997;13:135-63.
- Nagata A, Muro M, Moritani T, Yoshida T. Anaerobic threshold determination by blood lactate and myoelectric signals. *Jpn J Physiol.* 1981;31:585-97.
- Miyashita M, Enehisa H, Nemoto I. EMG related to anaerobic threshold. *J Sports Med Phys Fitness.* 1981;21:209-17.
- Mateika JH, Duffin J. Coincidental changes in ventilation and electromyography activity during consecutive incremental exercise test. *Eur J Appl Physiol.* 1994;68:54-61.
- Moritani T, Yoshitake Y. ISEK Congress Keynote Lecture: The use of electromyography in applied physiology. *J Electromyogr Kinesiol.* 1998;8(6):363-81.
- Wasserman K, Whipp BL, Koyal SE, Beaver W. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol.* 1973;35:236-43.
- Jammes Y, Caquelard F, Badier M. Correlation between surface electromyogram, oxygen uptake and blood lactate concentration during leg exercise. *J Electromyogr Kinesiol.* 1998;112:167-74.
- Hug F, Faucher M, Kipson N, Jammes Y. EMG signs of neuromuscular fatigue related to the ventilatory threshold during cycling exercise. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2003;23:208-14.
- Hug F, Laplaud D, Savin B, Grelot L. Occurrence of electromyographic and ventilatory thresholds in professional road cyclists. *Eur J Appl Physiol.* 2003;90(5-6):643-6.
- Hug F, Laplaud D, Lucia A, Grelot L. EMG Threshold Determination in Eight Lower Limb Muscles during Cycling Exercise: A Pilot Study. *Int J Sports Med.* 2006;27(6):456-62.
- Hug F, Laplaud D, Lúcia A, Grelot L. Comparison of Visual and Mathematical Model Detection of the Electromyographic Threshold During Incremental Pedaling Exercise: A Pilot Study. *J Strength Cond Research.* 2006;20(3):704-8.
- Donald AS, McLellan TM, Gass GC. Plasma catecholamine and blood lactate responses to incremental arm and leg exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(3):608-13.
- Pringle JS, Jones AM. Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. *Eur J Appl Physiol.* 2000;88:214-26.
- Alkner BA, Tesch PA, Berg HE. Quadriceps EMG/force relationship in knee extension and leg press. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(2):459-63.
- Graef JL, Smith AE, Kendall KL, Walter AA, Moon JR, Lockwood CM, et al. The relationships among endurance performance measures as estimated from VO2PEAK, ventilatory threshold, and electromyographic fatigue threshold: a relationship design. *Dyn Med.* 2008;7-15 doi: 10.1186/14765918-7-15.
- Lucía A, Vaquero AF, Pérez M, Sánchez O, Sánchez V, Gómez MA, Chicharro JL. Electromyographic response to exercise in cardiac transplant patients: a new method for anaerobic threshold determination? *CHEST.* 1997;111:1571-76.
- Lucía A, Sánchez O, Carvajal A, Chicharro JL. Analyze of the aerobic and anaerobic transition in elite cyclists during incremental exercise with the use of electromyography. *Br J Sports Med.* 1999;33:178-85.
- Garland SW, Wang W, Ward SA. Indices of electromyographic activity and the "slow" component of oxygen uptake kinetics during high-intensity knee extension exercise in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2006;97:413-23.
- Mello RGT, Oliveira LF, Nadal J. Detection of the Anaerobic Threshold by Surface Electromyography. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2006;1:6189-92.
- Oliveira AS, Gonçalves M, Cardozo AC, Barbosa FS. Electromyographic fatigue threshold of the biceps brachii muscle during dynamic contraction. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2005;45(3):167-75.
- Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM). Introduction to the special issue on the SENIAM European Concerted Action. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(5):283-6.
- Guirro RR, Forti F, Rodrigues D. Proposal for electrical insulation of the electromyographic signal acquisition module. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2006;46(6):355-63.
- Lehman GJ, McGill SM. The Importance of Normalization in the Interpretation of Surface Electromyography: A Proof of principle. *J Manipulative Physiol Ther.* 1999;22(7):444-6.
- Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. Improved Detection Of Lactate Threshold During Exercise Using A Log-Log Transformation. *J Appl Physiol.* 1985;59(6):1936-40.
- Mader A, Heck H. A theory of the metabolic origin of anaerobic threshold. *Int J Sports Med.* 1986;7(suppl1):45-65.
- Ayres M. BioEstat 4.0 [Software]. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. 2007.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1:307-10.
- Azevedo PH, Oliveira JC, Aguiar AP, Poian PA, Marques AT, Baldissera V. Estudo do limiar de lactato em exercício Resistido: Rosca Direta e Mesa Flexora. *EFDeportes.* 2005;10(87). Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd87/limiar.htm>. Acessado em 10/08/06.
- Barros CL, Agostini GG, Garcia ES, Baldissera V. Limiar de lactato em exercício resistido. *Rev Motriz.* 2004;10:31-6.
- Oliveira JC, Baldissera V, Simões HG, Aguiar AP, Azevedo PH, Poian PA, et al. Identificação do limiar de lactato e limiar glicêmico em exercício resistido. *Rev Bras Med Esportes.* 2006;12(6):333-8.
- Moreira SR, Arsa G, Campbell C, Simões HG. Methods to identify the lactate and glucose thresholds during resistance exercise for individuals with type 2 diabetes. *J Strength Cond Research.* 2008;22(4):1108-15.
- Taylor AD, Bronks R, Bryant AL. The relationship between electromyography and work intensity revisited: a brief review with references to lacticacidosis and hyperammonia. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1997;37(7):387-98.
- Bernasconi S, Tordi N, Perrey S, Parratte B, Monnier G. Is the VO2 slow component in heavy arm-cranking exercise associated with recruitment of type II muscle fibers as assessed by an increase in surface EMG? *Appl Physiol Nutr Metab.* 2006;31:414-22.
- Cannon DT, Kolkhors FW, Cipriani DJ. Electromyographic Data Do Not Support a Progressive Recruitment of Muscle Fibers during Exercise Exhibiting a VO2 Slow Component. *J Physiol Anthropol.* 2007;26(5): 541-6.
- Akima H, Foley JM, Prior BM, Dudley GA, Meyer R. Vastus lateralis fatigue alters recruitment of musculus quadriceps femoris in humans. *J Appl Physiol.* 2002;92(2):679-84.
- Maißetti O, Guéve A, Legros P, Hogrel JY. Prediction of endurance capacity of quadriceps muscles in humans using surface electromyogram spectrum analysis during submaximal voluntary isometric contractions. *Eur J Appl Physiol.* 2002;87(6):509-19.
- Felici F, Quaresina V, Fattorini L, Sbriccoli P, Filligoi GC, Ferrari M. Biceps brachii myoelectric and oxygenation changes during static and sinusoidal isometric exercises. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(2):e1-11.
- Allen DG, Lännergren J, Westerblad H. Muscle Cell Function During Prolonged Activity: Cellular Mechanism of Fatigue. *Exp Physiol.* 1995;80:497-527.
- Gladden LB. Lactate metabolism: a new paradigm for the third Millennium. *J Physiol.* 2004;1:558(Pt1):5-30.
- Dimitrova NA, Arabadzhiiev TI, Hogrel J-Y, Dimitrov GV. Fatigue analysis of interference EMG signals obtained from biceps brachii during isometric voluntary contraction at various force levels. *J Electromyogr Kinesiol.* 2009;19(2):252-8.



Revisión

Prescripción del ejercicio físico durante el embarazo

F. Mata^a, I. Chulvi^a, J. Roig^a, J.R. Heredia^a, F. Isidro^a, J.D. Benítez Sillero^b y M. Guillén del Castillo^b

^aInstituto Internacional de Ciencias Aplicadas Actividad Física Salud y Fitness. Universidad de Córdoba. Córdoba. España.

^bDepartamento de Educación Artística y Corporal. Universidad de Córdoba. Córdoba. España.

Historia del artículo:

Recibido el 26 de octubre de 2009

Aceptado el 20 de enero de 2010

Palabras clave:

Gestación.

Fitness.

Acondicionamiento muscular.

Ejercicio aeróbico.

Key words:

Gestation.

Fitness.

Muscle-conditioning.

Aerobic exercise.

RESUMEN

La relación ejercicio físico-embarazo ha evolucionado adaptándose con el paso del tiempo. En la actualidad existen datos que permiten fundamentar y establecer guías de actuación lógicas para la prescripción de ejercicio físico en la mujer gestante, asegurando los mínimos riesgos y máximos beneficios.

Por lo tanto, el objetivo de la presente revisión ha sido recopilar la información científica relacionada sobre este aspecto. Para ello, se ha realizado una meticulosa búsqueda de trabajos destacados que abordan este tema. Tras la revisión de los trabajos se puede concluir que, si el embarazo transcurre sin problemas y sin contraindicaciones médicas, el ejercicio físico personalizado, combinando un programa de acondicionamiento neuromuscular con un programa de acondicionamiento cardiovascular, resulta altamente recomendado para las mujeres embarazadas, ya fueran activas o sedentarias, previamente.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

ABSTRACT

Physical exercise prescription during pregnancy

Physical exercise and pregnancy relationship has evolved adapting by the time. Nowadays there are data allow to lay the foundations and establish logical action guidelines for prescription of physical activity in pregnant women, assuring minimum risk and maximum advantages.

Therefore, the aim of this review has been compiling the scientific information related to this issue. For this, a detailed search has been done of outstanding studies about this aspect. After the works had been reviewed, we can conclude that a personalized physical exercise combining neuromuscular and cardiovascular training is highly recommended in pregnant women, no matter active or sedentary pregnant state, if pregnancy period is free of medical contraindications and problems.

© 2010 Revista Andaluza de Medicina del Deporte.

Correspondencia:

F. Mata

Correo electrónico: b22matof@uco.es

Introducción

Las guías sobre prescripción de ejercicio físico en la mujer embarazada han sufrido diversas variaciones en función de la información científica disponible. La situación de embarazo es posiblemente la que mayor cantidad de modificaciones biológicas y psicológicas produce en la mujer y la dificultad o imposibilidad de investigar sobre algunos aspectos entorpecen la creación de consensos cerrados. No obstante, la relación positiva entre embarazo y actividad física ha estado clara desde tiempos de Aristóteles (s. III a. de C.), quien atribuyó los partos difíciles a un estilo de vida sedentario. A lo largo de los siglos las consideraciones sobre los beneficios o daños del ejercicio durante el embarazo han ido balanceándose a uno y otro lado simplemente motivadas por juicios y observaciones. A finales del siglo XIX se publicó el primer estudio científico sobre este tema, seguido de otros trabajos que confirmaban la idea inicial de Aristóteles.

Pero no será hasta las décadas 1920 y 1930 cuando aparezcan los primeros programas de ejercicios prenatales con el objetivo de facilitar el parto y reducir la necesidad de los medicamentos contra el dolor. Fue el doctor Read quien desarrolló un programa de ejercicios respiratorios y gimnásticos para disminuir el dolor durante el alumbramiento, asentando las bases de un cambio a favor de un embarazo más activo y ameno en las mujeres^{1,2}. Posteriormente, en 1950 se recomendaba caminar de 1 a 2 kilómetros diarios, preferiblemente repartidos en varias caminatas cortas, continuar con las labores cotidianas de la casa y se contraindicaban las prácticas deportivas³.

Con la llegada de la revolución del *fitness* en la década de 1960 hubo una explosión en el ámbito de la práctica del ejercicio físico que se extendió a los programas de clases para embarazadas en los años 80 con prometidos beneficios. El *American College of Obstetricians and Gynecologists* (ACOG) comenzó a recomendar la práctica del ejercicio físico aeróbico durante el embarazo, aunque advertía del daño que podrían causar actividades de alto impacto como la carrera, y por lo tanto, la aconsejaban con cierta precaución. Las recomendaciones expuestas por este primer posicionamiento resultaron excesivamente conservadoras⁴. En 1994, y dada la alta inclusión de la mujer en todas las esferas sociales y en el deporte, el ACOG revisó su posicionamiento y adoptó enfoques menos conservadores, siempre que la embarazada estuviera sana y no surgieran complicaciones en el transcurso del embarazo.

Pese a que instituciones como el ACOG o similares alientan a la práctica de ejercicio físico durante el embarazo, se ha cuantificado que una gran cantidad de mujeres desconocen la información básica referente a la relación entre ejercicio físico y embarazo^{5,6} y, desgraciadamente, un gran número de ginecólogos y obstetras no recomiendan la realización de ejercicio físico. Asimismo, cuando recomiendan su práctica, prescriben entrenamientos más conservadores que los establecidos por el ACOG⁷.

Debido a la reciente proliferación de estudios experimentales y diversas revisiones⁸⁻¹⁸ que permiten fundamentar los beneficios del ejercicio físico en el periodo gestacional, el presente artículo pretende aportar los datos más relevante para una adecuada prescripción del ejercicio físico durante el embarazo.

El embarazo

El embarazo puede ser definido como un estado biológico caracterizado por una secuencia de eventos que ocurren normalmente durante la gestación de la mujer e incluyen la fertilización, la implantación, el creci-

miento embrionario, el crecimiento fetal y finaliza con el nacimiento, luego de un periodo correspondiente a 280 días o 40 semanas. Durante este periodo se produce una gran variedad de acontecimientos en la mujer, quizás y en su mayoría, bajo el influjo hormonal. Estos cambios tienen como objetivo crear las condiciones favorables para el desarrollo y maduración del feto, de igual forma, prepararán el tracto reproductor y las glándulas mamarias de la madre para el parto y la nutrición subsiguiente.

Embarazo y ejercicio físico

Las mujeres embarazadas sufren modificaciones morfofuncionales importantes. En muchas ocasiones, estas alteraciones pueden generar un incremento del riesgo de padecer algunas enfermedades como la preeclampsia y la diabetes gestacional entre otros.

La información disponible actual permite aseverar la existencia de la reducción del riesgo de padecer complicaciones asociadas al embarazo gracias a la práctica sistemática de actividad física^{9-15,17}.

Concretamente ha sido demostrado el papel que desempeña la realización de ejercicio físico en la prevención de la preeclampsia^{8,17-19}, la diabetes gestacional^{18,17,18}, la ganancia excesiva de peso materno^{17,18,20,21}, la mejora en el rendimiento del embarazo^{11,15}, la estabilización del humor de la madre²², el menor riesgo de padecer venas varicosas, el menor riesgo de trombosis venosas, la reducción de los niveles de disnea y la menor aparición de episodios de lumbalgia¹⁸.

Las diversas comunicaciones científicas publicadas hasta el momento no han reportado ninguna complicación asociada a la práctica de ejercicio físico adecuada, ni para la madre, ni para el feto^{4,11,18,23,24}.

Pese a la gran contundencia científica disponible que demuestra la positiva relación entre ejercicio físico y embarazo, al igual que sus reducidos riesgos para la salud, muchas de las mujeres embarazadas no realizan las recomendaciones mínimas^{5,6}.

A la hora de establecer un programa de ejercicio físico para la mujer embarazada, deben tenerse en cuenta diversas consideraciones previas sencillas (fig. 1), pero de vital importancia. A continuación se detallan:

- Permiso médico para la realización de ejercicio físico.
- Realización de una valoración inicial, ya sea directa, en un laboratorio de rendimiento físico, o bien sea mediante la utilización de cuestionarios específicos como el PARMedX adaptado para embarazadas (disponible en <http://www.csep.ca>)
- Tener presente la tipología de mujer embarazada. En este sentido el ACOG diferencia tres tipos de mujeres:
 - previamente sedentaria
 - activa o atlética
 - patológica
- Diseño del programa de ejercicio físico, basado en las recomendaciones mínimas. Diseñar el ejercicio con precaución y sentido común.
- Prestar atención a las señales de alarma para detener el ejercicio físico (tabla 1).

Beneficios para la madre

Las múltiples comunicaciones científicas publicadas^{2,12-15,18,25} recogen los datos más relevantes que permiten sintetizar los beneficios de la práctica de ejercicio físico para la madre:

- evitan el dolor de espalda baja

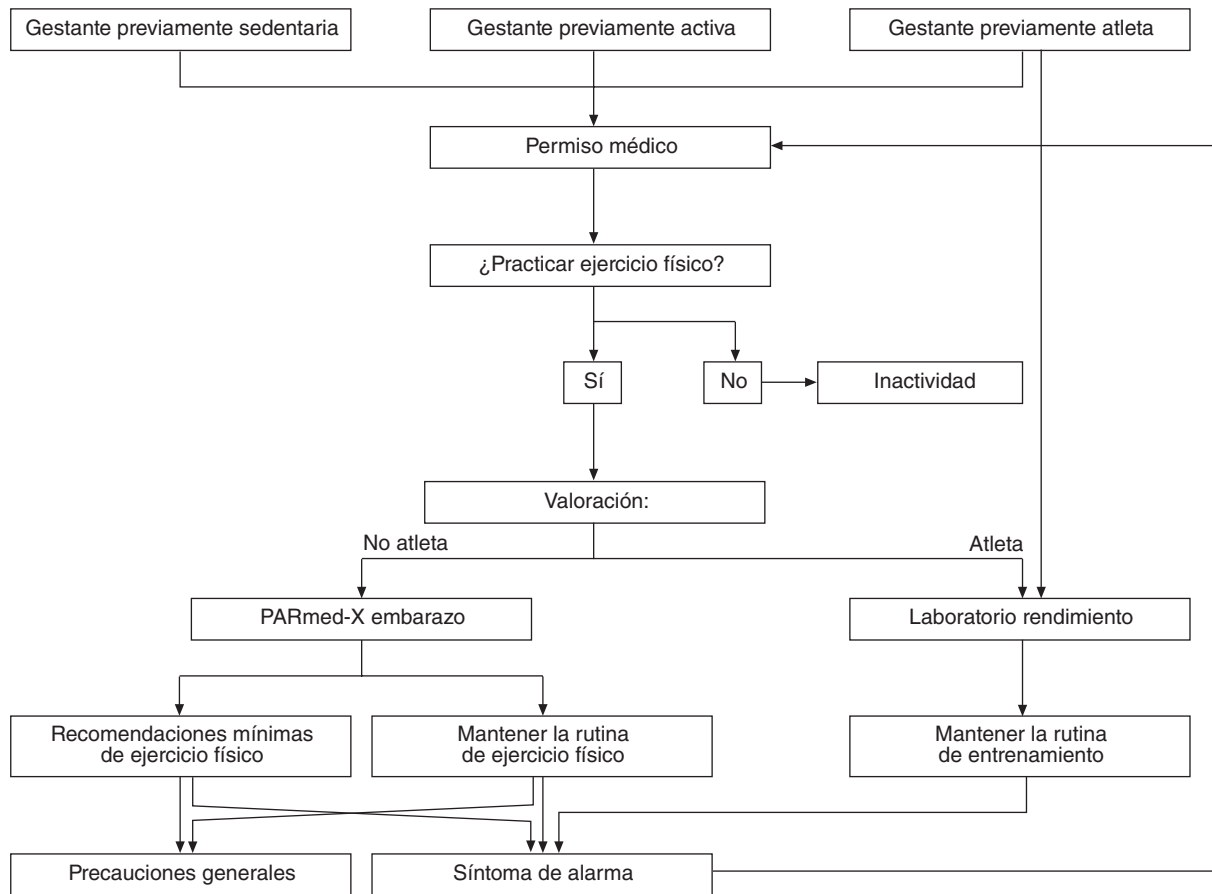


Fig. 1. Protocolo de actuación para la práctica segura de ejercicio físico (elaboración propia).

Tabla 1

Señales de alarma que obligan a detener el ejercicio físico en mujeres gestantes

Sangrado vaginal
Disnea antes del ejercicio
Mareo, vértigo
Dolor de cabeza
Dolor en el pecho
Debilidad muscular
Dolor en la región de los gastrocnemio o hinchazón significativa
Parto prematuro
Descenso del movimiento fetal
Fugas del líquido amniótico

Tomada de ACOG Committee¹².

- mejoran las capacidades metabólicas y cardiopulmonares y reducen el riesgo de padecer diabetes gestacional
- favorecen los procesos del parto
- mantienen el estado de condición física de la madre, reduciendo el índice de fatiga en las actividades cotidianas
- controlan la ganancia de peso de la madre
- mejoran la tolerancia a la ansiedad y la depresión
- mejoran el concepto de imagen corporal.

Beneficios para el feto

Las respuestas fetales al ejercicio materno son numerosas; su comportamiento, sus movimientos y su mecanismo respiratorio han sido motivo de estudio en los años recientes^{23,26,27}. Estos parámetros se han incorpo-

rado al perfil biofísico fetal que puede servir para identificar el 85% de las anomalías fetales^{2,28}.

En general, se ha observado que el feto tolera bien el ejercicio materno. Sin embargo, un menor flujo sanguíneo hacia el útero puede disminuir el oxígeno que recibe durante o inmediatamente después de una actividad física de corta duración y de intensidad máxima o cercana al máximo. También se ha relacionado la disminución de la frecuencia cardíaca fetal con el ejercicio materno, principalmente en embarazadas sin adecuado acondicionamiento físico. En general, se considera que en mujeres sanas, que continúan haciendo esfuerzos moderados, no hay peligro para la salud de feto.

En cuanto al peso del neonato, el ejercicio intenso (4-7 días/semana) en gestantes de entre 25 y 35 semanas puede ocasionar bebés con menor peso que aquellos cuyas madres han realizado ejercicio moderado o de madres sedentarias que no realizan ejercicio. Esta diferencia está motivada principalmente por una menor masa grasa en los bebés de madres deportistas (-5%). Mujeres embarazadas que realizan ejercicio tan sólo tres veces por semana a una intensidad moderada, tienen bebés más grandes que las sedentarias (3,682 frente a 3,364 kg), lo que tal vez se deba a un mayor volumen placentario que hace que el flujo sanguíneo y la nutrición del feto sean mejores²⁹. Un estudio anterior analizó la información de 9.089 mujeres que no hacían ejercicio regularmente durante el embarazo. Éstas fueron 1,75 veces más propensas a dar a luz un bebé de muy bajo peso³⁰.

La frecuencia cardíaca fetal (FCF) normal es de 120-160 pulsaciones por minuto. Estudios recientes sugieren que la respuesta de la FCF al ejercicio materno puede ser diferente en mujeres sedentarias respecto a

la de la población deportista. El ejercicio aeróbico y moderado desarrollado durante el tercer trimestre de embarazo incrementa la FCF sin efectos perjudiciales. Los aumentos no dependen de la edad gestacional de la madre. La paridad de la gestante tiene influencia en el nivel de los incrementos³¹.

Además se ha observado que, en mujeres con buena condición física y que siguen manteniendo su actividad durante el embarazo, el desarrollo psicomotor del feto es superior, con mejor maduración nerviosa³². También se han observado beneficios en los perfiles de humor de los bebés respecto a las madres sedentarias: responden mejor ante estímulos ambientales y a los estímulos luminosos, y tienen una cualificación de la organización motora según la escala de humor de Brazelton³³.

Cambios morfológicos y funcionales provocados por el embarazo

El prescriptor de ejercicio físico para el embarazo debe ser consciente de que debido a las alteraciones provocadas por esta etapa biológica, las respuestas típicas al entrenamiento pueden diferir del patrón habitual²³. A continuación, se detallan los cambios morfofuncionales más importantes sufridos y las repercusiones que sobre el entrenamiento pueden ejercer.

Tronco

El cuerpo debe cambiar de manera drástica para acomodar al bebé, y estos cambios afectan tanto a la estabilidad como a la postura. Por ello, el hecho de que la mujer presente un refuerzo y una mayor curvatura en la parte lumbar de su columna es clave a la hora de mantener una actividad normal durante el embarazo. Ha sido cuantificado que la lordosis lumbar aumenta hasta un 60% cuando están de pie, para permitir mantener estable el centro de gravedad sobre las caderas³⁴.

Existe un significativo aumento del tamaño y peso del útero, situación que desembocará en una alteración de la distribución de órganos en la cavidad abdominal. Dicha modificación produce un aumento de la hiperlordosis lumbar y la cifosis torácica compensatoria²⁸; además, favorecerá la hiperextensión de las rodillas debida, probablemente, al cambio de la línea de gravedad³⁵. Esta transformación del útero se produce para acomodarle y definirlo como el órgano de la gestación donde se desarrollará el feto, además de ser el motor del parto, debido a su capacidad contráctil.

Otro factor destacable en el aumento de la lordosis lumbar es el desarrollo de las glándulas mamarias (aproximadamente 500 mg cada una) que favorece una tendencia a la mastalgia –*dolor en la región de las glándulas mamarias*– además se hacen visibles unas finas venas bajo la piel, conocidas como red venosa de Haller^{2,28}.

En el último trimestre de la gestación, el tronco puede experimentar una rotación a la derecha a la vez que el útero crece y rota sobre su eje mayor en la misma dirección. Esta dextro-rotación es más frecuente por la posición del rectosigmoides en la parte izquierda de la pelvis. Asimismo, se puede observar la diastasis en los rectos del abdomen –considerada como significativa a partir de los 2 cm de separación–, efecto que potenciará, por un lado, la posibilidad de protuir la parte anterior del útero, y por otro lado, la distensión de los músculos abdominales. En ocasiones la diastasis es tan importante que el útero sólo se halla recubierto por una delgada capa de peritoneo, fascia y piel, lo que proporciona menos protección al feto^{2,28,35}. De igual forma, esta situación puede favorecer lumbalgias, posiblemente como resultado de la reducción de

la capacidad de los músculos abdominales para controlar la pelvis y la columna lumbar³⁵.

El dolor lumbar está considerado la complicación más frecuente de la embarazada³⁶. Así el 67% de las mujeres reportan dolor lumbar durante las noches de la segunda mitad del embarazo³⁶. Esta situación es de gran impacto en la calidad de vida de la mujer embarazada, en la realización de las tareas del hogar, en el incremento del absentismo laboral, en la perturbación del sueño y en los costes económicos³⁷. En ocasiones, el dolor lumbar tiene el origen en una compresión del nervio ciático que causa dolor e incapacidad funcional^{2,28}.

El dolor lumbar también ha sido atribuido al incremento de peso que provocará una sobrecarga en la cara anterior de los cuerpos vertebrales, favoreciendo la presión en la cara posterior de los discos intervertebrales que, a su vez, presionará el ligamento vertebral común posterior facilitando la formación de protrusiones, hernias discales y en primer lugar, las lumbalgias³⁸.

Otro factor asociado al dolor lumbar, que también podrá provocar alteraciones en otras articulaciones, es el incremento de la secreción de hormonas como la progesterona, renina, isorrenina, angiotensina, aldosterona y relaxina que afectan particularmente al tejido conectivo de las articulaciones, lo que puede favorecer la aparición de dolor³⁶, al igual que incrementar el riesgo de padecer esguinces.

Además de los cambios físicos comentados, hay otros aspectos que pueden favorecer la aparición de la lumbalgia. Entre estos destacan el sedentarismo, el reposo sin motivo médico³⁷ y la mala higiene postural ya sea habitual o adquirida por los cambios morfológicos derivados del embarazo.

Datos más concretos aportan Larsen et al, quienes comprobaron en un estudio realizado en la Universidad de Copenhague, con una muestra de 1.600 mujeres embarazadas, que al menos el 14% de las ellas sufrió durante el embarazo dolor pélvico y lumbar; mientras que la prevalencia a los 2, 6 y 12 meses fue del 5%, 4% y 2% respectivamente³⁹.

Al aumentar el peso y producirse la redistribución de la masa del cuerpo, hay compensaciones para mantener el equilibrio³⁵. Primero, se amplía la base de sustentación al caminar. Algunos movimientos funcionales como agacharse, levantar pesos o subir escaleras pueden volverse más difíciles de lo habitual. En un siguiente estadio, que correspondería al final del segundo y durante el tercer trimestres, se altera el equilibrio o la capacidad de hacer cambios rápidos de dirección. Esta reducción funcional se atribuye a la prominencia del abdomen, el aumento de la lordosis lumbar y el desplazamiento anterior del centro de gravedad (CG). Al final de la gestación, tras la semana 20-24, la mujer experimenta una reducción paulatina en la agilidad y una disminución de la tolerancia a las tareas que requieren sentido del equilibrio. Este compendio de cambios morfológicos unidos a una mayor predisposición a los mareos, incrementan el riesgo de padecer caídas.

Repercusiones para el ejercicio físico

Además de los citados beneficios de la práctica de ejercicio físico en embarazadas, en este apartado, resulta de especial interés citar que, la diastasis parece ser menos corriente en mujeres con buen tono abdominal antes del embarazo³⁵.

Autores como Martínez Payá et al⁴⁰ destacan la importancia de realizar los ejercicios de tonificación de la musculatura lumbo-pélvica en el agua, por medio de la hidrocinesiterapia, al ser éste un medio idóneo para la reeducación motora³⁷. Sin embargo, trabajos realizados sobre 139 mujeres embarazadas que efectuaban ejercicios en el

agua una vez por semana durante la segunda mitad del embarazo, frente a las 129 mujeres gestantes control, no confirman que la intensidad del dolor de espalda fuera menor en aquellas que realizaban ejercicios en el agua, probablemente debido no tanto a la ineficacia de los ejercicios en el medio acuático como a que una sola vez por semana podría ser absolutamente insuficiente. Quizá es la poca frecuencia y no el medio acuático lo que muestre la ausencia de mejoras o beneficios. En ambos grupos el malestar en la región iba incrementándose conforme aumentaba la edad gestacional, si bien el número de días de baja por dolor fue menor en las que realizaban ejercicio. Por otra parte no hubo más infecciones urinarias ni vaginales asociadas a las que hacían ejercicios en el agua, por lo que parece que ciertas actividades físicas en dicho medio pueden ser muy recomendables como método para aliviar el dolor de espalda y reducir, al mismo tiempo, las bajas laborales²⁹.

Las recomendaciones enunciadas por Colado y Chulvi²⁵ para evitar las lumbalgias del embarazo engloban las siguientes estrategias:

- la realización de ejercicios isométricos específicos para la región lumbo-abdominal
- la educación postural
- las oscilaciones pélvicas

En cuanto al dolor sacroilíaco, el ejercicio debe modificarse para que no se agrave la afección. A tal respecto, deberían evitarse ejercicios en los que el peso recaiga sobre una sola pierna³⁵.

Al igual que el programa de ejercicio, las actividades de la vida diaria (AVD) también deberán modificarse con el fin de reducir las tensiones sobre los tejidos sintomáticos, como por ejemplo entrar y salir del coche manteniendo las piernas juntas para luego moverlas junto con la columna como si fueran una unidad, tumbarse en decúbito lateral con un cojín entre las piernas y adaptar las actividades sexuales para evitar la abducción completa de las caderas³⁵.

Suelo pélvico

Se denomina suelo pélvico a la zona del cuerpo situada en la parte inferior del tronco que forma el fondo de la pelvis, donde se reúnen una superficie de piel, vísceras, cuerpos eréctiles, músculos, ligamentos, aponeurosis, nervios, vasos y orificios (uretra, vagina y ano)⁴¹. Esta región aporta sostén a los órganos de la pelvis y contenido, soporta el aumento de la presión intraabdominal, proporciona control de los esfínteres de los orificios perineales y funciona en las actividades reproductoras y sexuales³⁵. El suelo pélvico está formado en un 70% por tejido conjuntivo y en un 30% por musculatura; de ese porcentaje, el 80% corresponde a fibras tipo I y el 20% restante a fibras tipo II.

Durante el embarazo, el incremento de peso que debe soportar el útero, unido al efecto relajador de las hormonas característico de esta etapa, puede favorecer la aparición de disfunciones del suelo pélvico y su debilitamiento⁴².

No obstante, se le deberá prestar mayor atención al suelo pélvico en el posparto puesto que además de la circunstancia anteriormente descrita, el traumatismo obstétrico predispondrá a la mujer a padecer disfunción del suelo pélvico (incontinencia urinaria y/o ano-rectal)⁴³.

Por tanto, durante el embarazo y en el posparto resultará necesaria la ejercitación perineal.

Repercusiones para el ejercicio físico

El ejercicio físico de la región del suelo pélvico resulta compleja, ya que a diferencia de cualquier otro músculo, la contracción del periné no se aprecia por la vista ya que se trata de un músculo interno⁴² –situación que ha permitido el desarrollo de diversos dispositivos que facilitan el control neuromuscular de esta región–.

El entrenamiento específico de esta región realizado tanto durante la etapa de gestación como en la posterior, ha demostrado su efectividad a la hora de prevenir las disfunciones del suelo pélvico, sobre todo, en la incontinencia urinaria^{44,45}.

Cualquier programa de ejercicio físico con mujeres embarazadas debe incluir entre sus objetivos un adecuado fortalecimiento de esta zona. Entre los ejercicios más habituales encontramos las contracciones de Kegel, las cuales parecen ser la mejor opción. Esta metodología intenta favorecer la concienciación de la musculatura pélvica a través de contracciones activas. Estas contracciones pueden ser rápidas (1 segundo) o lentas (5-8 segundos). La metodología de Kegel también incluye variantes en las posiciones de entrenamiento, y cada mujer debe buscar cuál es aquella en la que se encuentra más cómoda (sentada, de pie, decúbito, en cuclillas, etc.). Cuantitativamente no ha sido esclarecida la relación dosis-respuesta para esta metodología. A este respecto, el propio Kegel, pionero en este tipo de actuaciones sobre el suelo pélvico, recomendaba practicar entre 300 y 400 veces diarias². No obstante, la mejor recomendación estaría basada en la personalización mediante un diagnóstico y recomendación del ginecólogo.

Miembros superiores

El embarazo favorece una posición en la que la cintura escapular y la porción superior de la escápula se redondean, de igual forma, la cabeza se desplaza hacia delante. Esta situación postural, unida a una mayor tensión en los músculos posteriores del cuello con el fin de soportar la cabeza y mantener la mirada al frente, provocarán dolores musculares. Todos estos cambios pueden dar lugar a parestesias y dolor en las extremidades superiores como consecuencia de la acentuada lordosis cervical y del hundimiento del cinturón escapular, frecuentes en el tercer trimestre^{2,28}.

Con respecto a la parte distal del miembro superior, una afectación de elevada recurrencia entre las mujeres embarazadas es la presencia del síndrome de túnel carpiano durante el embarazo. Sobre este aspecto tan concreto, Turgut et al efectuaron un estudio de cohorte con 46 mujeres embarazadas, cuyas edades se situaban entre 15 y 46 años. La evaluación se concretó durante el embarazo y a los 6 y 12 meses del parto. En los seguimientos efectuados se encontraron síndrome del túnel del carpo en el 10,9% y 4,4%, respectivamente⁴⁶. Estos mismos autores⁴⁶, coincidiendo con otros^{2,28}, destacan una remisión espontánea en muchos casos en el posparto⁴⁶. Esta patología cursa con síntomas de parestesias en el territorio inervado por el nervio mediano, por lo general de aparición nocturna^{2,28}.

Repercusiones para el ejercicio físico

Es importante evitar la postura de hiperflexión de muñeca, lo que tiende a disminuir el espacio disponible en el túnel carpiano¹. Por lo tanto, los ejercicios, principalmente de sobrecarga, en los que se reproduzca una hiperflexión de muñeca, que además pueda estar agravada por la carga, deberán evitarse.

Resultará necesaria la realización de estiramientos adecuados para los músculos abductores de la escápulas y los rotadores del hombro. Se evitará sobrecargarlos durante el programa de ejercicio físico.

Miembros inferiores

Los miembros inferiores resultan más susceptibles de lesión durante el embarazo a consecuencia de los cambios hormonales que facilitan la laxitud ligamentosa, la proliferación sinovial, la debilidad del cartílago y los cambios posturales.

Con el aumento de la lordosis lumbar para compensar la desviación del CG, se produce también una hiperextensión de las rodillas y el peso se desplaza a los talones para desviar el CG a posterior. En el pie y en el tobillo se observa un aplanamiento de los arcos con una tendencia a la pronación. Una escasa alineación en el pie conduce a unos cambios en la cinética de la cadena posterior y, aunque las modificaciones producidas en el embarazo en las articulaciones pueden revertir, las de los pies pueden no hacerlo. Durante el posparto, la mujer observa una talla de pie superior a la habitual debida a la laxitud y a los cambios en la biomecánica por el sobrepeso como consecuencia del periodo de gestación.

La relajación articular con frecuencia provoca algias difusas. Al final de la gestación es posible observar parestesia en las extremidades inferiores (muslo y dorso de la pierna), como consecuencia de los cambios compresivos (edema de las vainas, cabeza fetal) lo que condicionará sin duda la cantidad y calidad del esfuerzo físico que una gestante realiza en esa etapa final del embarazo^{2,35}.

Las rodillas pueden ser también causa de dolor durante el embarazo debido a la presión ejercida sobre los nervios peroneales, que rodean el peroné en la parte externa de la pierna, cerca de la articulación de la rodilla¹.

Repercusiones para el ejercicio físico

Como norma general, se deberán evitar posiciones y ejercicios con hiperflexión de rodilla, incluso durante el parto. También pueden existir alteraciones a nivel de la rótula –condromalacia rotuliana– debido a la laxitud ligamentaria, mayor peso y pelvis ancha. Es importante, para ello, el fortalecimiento de los músculos periarticulares de la rodilla. Si el problema aparece durante la gestación por primera vez, los síntomas tienden a desaparecer tras el parto¹.

Cambios cardiovasculares

Durante el embarazo, el corazón aumenta de tamaño y se desplaza cefálicamente, con una tendencia de desplazamiento hacia la izquierda; además gira sobre su eje longitudinal. Estos cambios están, sobre todo, originados por la elevación progresiva del diafragma^{2,35}. Funcionalmente, se produce un aumento en el volumen sanguíneo del 30 al 59% (1,5-2 l)^{2,28,47}; el valor máximo se registra en la mitad del tercer trimestre. Este incremento depende del tamaño del feto y de la cantidad de fetos gestados. En un embarazo sin complicaciones, un sexto del volumen sanguíneo corresponde al sistema vascular uterino. Este incremento se debe tanto al aumento de la volemia (aproximadamente 1.500 ml) como de la citemia (350 ml) lo que mantiene el flujo útero-placentario adecuado^{2,35}. El aumento de glóbulos rojos lidera el aumento de las necesidades de hierro adicional en las gestantes, aproximadamente 1 gramo de hierro diario adicional durante todo el embarazo⁴⁸.

Además del incremento de la volemia, las embarazadas experimentan un aumento del gasto cardíaco (Q) que se sitúa entre un 30 y un 50%^{2,3,28,47}. Este incremento se ve acompañado de un incremento en el volumen sistólico y la frecuencia cardíaca de reposo. Este último parámetro aumenta de 7-8 pulsaciones por minuto (lpm) en las primeras semanas de embarazo a 15-20 lpm en la semana 32. En un embarazo común, el Q está condicionado por a) el peso materno, b) el índice metabólico basal, c) el volumen sanguíneo, d) los descensos de tensión arterial y e) la reducción de la resistencia vascular periférica³. El aumento del Q hace que el flujo sanguíneo a través de la arteria uterina se incremente aproximadamente seis veces⁴⁷. El incremento del Q se ve normalizado y estabilizado en sus valores iniciales transcurridas seis semanas de embarazo. Este aumento del Q en ese periodo atiende a las demandas progresivas de nutrientes por parte del útero y la placenta y facilita la eliminación de los productos de desecho⁴⁷.

Se ha observado que, cuando la mujer embarazada realiza ejercicios de una manera organizada, su frecuencia cardíaca máxima (FCmax) es menor, lo que podría deberse a una respuesta atenuada del sistema simpático a los esfuerzos, situación que condiciona una disminución de la frecuencia cardíaca (FC) de reserva en la embarazada sometida a ejercicio físico y limita la utilización de la FC como un indicador sensible de la intensidad de ejercicio en estado de gestación.

Debido a los cambios hormonales, existe un marcado descenso de la resistencia vascular sistémica al 25%, y del 30% en la resistencia vascular periférica, lo que sirve para equilibrar el cambio en el Q y producir un descenso de la presión arterial (PA) de 5 a 10 mmHg. Así, la vasodilatación periférica mantiene la PA normal a pesar del aumento del volumen sanguíneo (VS) durante la gestación. La PA alcanza la mayor reducción hacia la mitad del de la gravidez, para aumentar gradualmente desde ese momento hasta los niveles previos al embarazo, unas seis semanas tras el parto. También los trastornos del ritmo son frecuentes durante el embarazo. La PA diastólica disminuye en el primer y segundo trimestre, y en el tercer trimestre retorna a los valores previos a la gestación²⁸.

Se ha observado que la mujer embarazada en reposo tienen una menor actividad parasimpática (medida por la variabilidad R-R, una forma de estudiar el sistema nervioso autónomo de manera no invasiva) y que durante el ejercicio se atenúa la actividad del sistema nervioso simpático, como refleja una menor cantidad de catecolaminas en sangre²⁹.

Las modificaciones cardiovasculares mencionadas no suponen riesgo para la mujer sana^{2,35}. En mujeres con cardiopatías, estos cambios pueden ser peligrosos debido a: a) una mayor formación de proteína contráctil miocárdica como consecuencia de la unión de los esteroides a sus receptores miocárdicos; b) por el aumento del volumen plasmático durante el ejercicio y c) por la circulación hiperkinética que permite una mayor satisfacción de las demandas energéticas que requiere el feto^{2,35}.

Repercusiones para el ejercicio físico

En una mujer gestante, el ejercicio físico moderado produce una reducción del flujo sanguíneo uterino del orden del 25%; esta disminución es mayor si aumenta la intensidad del esfuerzo⁴⁹. Reducciones superiores comprometerían la disposición de oxígeno, hecho que se resuelve por medio de una incrementada extracción del mismo, mecanismo que sólo se manifiesta en la realización de ejercicio^{2,28}.

La actividad aeróbica moderada desarrollada durante el segundo y tercer trimestres de embarazo parece no alterar los niveles de hierro y hemoglobina maternos⁵⁰.

Durante el ejercicio, el gasto cardíaco es redistribuido desde la circulación de los órganos intra-abdominales a los músculos que se ejercitan.

Estos cambios hemodinámicos son la base para pensar que el ejercicio durante el embarazo puede causar disminución de oxígeno para el feto y posible retardo en el crecimiento de éste. Aunque estudios realizados tanto en animales como en humanos han evidenciado una disminución de la circulación uterina con el ejercicio durante el embarazo, muchos mecanismos actúan para mantener relativamente constante el consumo de oxígeno en el feto, tales como: a) el incremento del hematocrito materno que ocurre con el ejercicio en un 10% en los 15 primeros minutos iniciales de un esfuerzo vigoroso³⁵ lo cual aumenta el transporte de oxígeno en sangre; b) una relación inversa entre el flujo sanguíneo y la extracción del referido gas, en el que la diferencia arteriovenosa de oxígeno se incrementa cuando el flujo disminuye, y por último, c) la redistribución del flujo sanguíneo favorece a la placenta más que al útero; como resultado de estos cambios la entrega de oxígeno y el VO_2 fetal parecen no comprometerse durante el ejercicio en el embarazo, principalmente cuando la intensidad es leve.

El ejercicio físico reduce el riesgo de preeclampsia en la mujer, debido a que estimula el crecimiento placentario y su vascularización, la reducción de estrés oxidativo y el beneficio sobre la disfunción endotelial^{3,51}.

En esta línea, algunos estudios llevados a cabo por el grupo de investigación del doctor Clapp, citados por Barakat²⁸, sugieren que con la práctica de ejercicio físico durante el embarazo se obtienen beneficios de tipo hemodinámico²⁸.

La mujer embarazada sedentaria sometida a un programa de ejercicio de intensidad moderada durante el segundo y tercer trimestres (140-150 lpm, sesiones de 25 minutos, tres veces por semana), se beneficia de las adaptaciones que provoca el entrenamiento regular, con disminución de la FC submáxima, respecto a sus compañeras sedentarias embarazadas no sometidas a ejercicio²⁹. Se presenta también aumento del volumen sistólico, aunque éste puede disminuir si el ejercicio se realiza durante el tercer trimestre de embarazo. En estas condiciones puede existir un descenso del retorno venoso como causa de la compresión de la vena cava inferior por parte del útero grávido, acontecimiento que se da generalmente en posición supina²⁹. Se calcula que un 5% de las gestantes, al final del embarazo, presenta síncope y bradicardia cuando adopta esta posición (síndrome supinohipotensivo)^{2,28}. El aumento de la presión venosa en las extremidades inferiores (presión venosa femoral) es debido a esta compresión de la vena cava inferior, lo que puede explicar la aparición de edemas maleolares, varices en las extremidades inferiores y presencia de hemorroides y varices bulbares^{2,28}. Como vías alternativas, el flujo sanguíneo se dirige hacia las venas lumbares-paraespinales y el sistema álgos, cuyo fallo ocasiona el síndrome supinohipotensivo^{2,28}.

Cambios pulmonares y de oxígeno

El sistema respiratorio también se adapta a los cambios de la gestación. Las variaciones hormonales generan un aumento de la secreción del moco en el tracto respiratorio, produciendo síntomas parecidos al resfriado. El tracto respiratorio superior está más predispuesto a infecciones, tos, estornudos, situación que afectará indirectamente al incremento de probabilidad de aparición de incontinencia urinaria por aumento de la presión en las mujeres que presentan suelo pélvico o músculos abdominales débiles.

Las modificaciones más importantes incluyen variaciones en las dimensiones pulmonares, sus capacidades y los mecanismos respiratorios.

Un dato de especial interés es que el diafragma se desplaza unos 4 cm hacia el tórax como resultado de la expansión del útero liderando un cambio en el patrón ventilatorio de abdominal a torácico^{2,3,28,52}. El útero en crecimiento va aumentando la presión intra-abdominal y las costillas se horizontalizan²⁸. Esta situación es compensada con un aumento aproximadamente de 2 cm en los diámetros anteroposterior y transversal de la caja torácica. El ángulo subesternal aumenta en aproximadamente 70° en el primer trimestre y 105° en la etapa final de la gestación y la circunferencia de la caja torácica sufre un aumento del orden de 5 a 7 cm^{2,28}. Al comienzo del embarazo, la mujer respira más profundamente pero no con mayor frecuencia, justamente por la acción de la progesterona^{2,28}. Este fenómeno ocasionará un aumento de la ventilación pulmonar, mayor profundidad de la misma, y, por tanto, un incremento en el volumen corriente^{3,28}.

La progesterona produce relajación sobre el parénquima pulmonar, lo que aumenta su distensibilidad y la resistencia de las vías aéreas. Se produce una pequeña alcalosis que no conduce a hiperventilación sino que induce el intercambio gaseoso en la placenta, evitando la alcalosis fetal. Se reduce el volumen residual, el volumen espiratorio de reserva y la capacidad funcional residual. La capacidad inspiratoria aumenta y la capacidad vital no se modifica. La capacidad pulmonar total disminuye levemente y la función pulmonar residual está conservada. El cambio ventilatorio más importante es el incremento de la sensibilidad ventilatoria, mediado por unos altos niveles de progesterona circulantes y por los estrógenos que amplían los receptores hipotalámicos a la progesterona. Una menor respuesta umbral y un aumento de la sensibilidad al CO_2 producen un mayor volumen corriente y ventilación por minuto (de 6 a 9 l/min). Con la ventilación pulmonar intensificada, los niveles de PO_2 alcanzan aproximadamente 100 mmHg desencadenando una alcalosis respiratoria parcialmente compensada por la excreción de bicarbonato por el riñón^{2,28}.

El VO_{2max} , expresado en valores absolutos, aumenta entre un 15 y un 20% durante el embarazo, mientras que si lo relacionamos con el peso corporal, se mantiene o se incrementa ligeramente conforme avanza la edad gestacional, y ello a pesar de la ganancia de peso^{28,29}.

Repercusiones para el ejercicio físico

En el caso de una actividad ventilatoria extrema que requiera el trabajo diafragmático y el uso de los músculos respiratorios, éstos estarán afectados por el descenso del tono del músculo liso bronquial y la reducción de resistencias periféricas. Se aumenta de un 10 a un 20% el consumo de oxígeno, combinado con la reducción de la capacidad funcional residual, lo que resulta en una menor reserva del referido gas^{2,3}. El aumento de la ventilación en el embarazo parece ser debido al descenso de la osmolaridad y a las incrementadas concentraciones de angiotensina II. El ejercicio produce un incremento de la demanda de oxígeno, que es mayor con el aumento de peso, y la mujer alcanza sus valores máximos con unas cargas de trabajo menores. La capacidad máxima para hacer ejercicio disminuye aproximadamente de un 20 a un 25% en el segundo y tercer trimestres, cuando la demanda fetal es mayor^{2,3,28}.

El ejercicio aeróbico realizado regularmente genera un aumento del VO_{2max} y un moderado descenso de la FC, lo que en definitiva ocasiona una mayor capacidad aeróbica y un incremento de la capacidad de realizar actividad física²⁸. Existe además una elevación en el costo energético durante la actividad: el esfuerzo provocado por el mayor peso corporal que hay que desplazar, hecho, que unido a los cambios hematológicos y cardiovasculares ya citados, explican el aumento del VO_2 tanto absoluto como relativo, inclusive en ausencia de ejercicio físico^{2,28}.

Cambios hormonales

Durante la gestación, en la madre ocurren cambios metabólicos y hormonales con el fin de adaptarse a su nueva situación fisiológica y poder así aportar los compuestos necesarios para el desarrollo del feto.

Además de los cambios hormonales comentados en epígrafes anteriores, debemos reiterar la importancia de las alteraciones del sistema hormonal. La hipófisis aumenta de dos a tres veces su tamaño ya que sus células productoras de hormonas se dividen y agrandan. Asimismo, nuevos órganos comienzan a liberar hormonas: el cuerpo lúteo (progesterona, gonadotropina coriónica humana, estrógenos) y la placenta. La gonadotropina coriónica humana (GCH) sólo se produce durante el embarazo y básicamente en los tres primeros meses. Es responsable de muchos de los síntomas molestos del embarazo como las náuseas^{1,28}. La glándula adrenal actúa liberando mayor cantidad de cortisol plasmático, mientras que la secreción de catecolaminas no se modifica durante la gestación, aunque sí durante el parto. El hipotálamo y el tiroides también aumentan de tamaño, produciendo efectos sobre la hipófisis que incrementa la liberación de prolactina (PRL) y oxitocina durante el parto. La función tiroidea es normal a pesar de mostrarse más desarrollada. El páncreas también se presenta aumentado^{2,28}. En el embarazo normal y saludable, el incremento en la secreción de norepinefrina no plantea peligro alguno pero sí puede provocar la estimulación del útero conduciéndolo a una contracción excesiva en mujeres con peligro de parto prematuro^{2,28}.

Repercusiones para el ejercicio físico

Es importante remarcar cómo las hormonas opiáceas (beta-endorfina y beta-lipotropina) duplican, incluso en el caso de ejercicio físico intenso en gestantes. Debido a que estas hormonas tienen un efecto natural contra el dolor, pueden difuminar la percepción dolorosa durante el parto. Algunos expertos aseveran que las mujeres en buena condición física que realizan ejercicio durante el embarazo tienden a experimentar menor dolor durante el alumbramiento, lo que puede obedecer a una mayor concentración de opiáceos endógenos en sus cuerpos¹.

El ejercicio moderado en la embarazada puede desencadenar contracciones uterinas, las cuales se han relacionado con el aumento de la concentración de catecolaminas y el tipo de ejercicio que se practique. El ejercicio en posición bípeda puede ejercer mayor presión sobre el cuello uterino, aumentando la actividad uterina por un mecanismo reflejo, a diferencia de lo sucedido con ejercicios en bicicleta. Si las contracciones persisten después del ejercicio se debe consultar al médico obstetra. La mayoría de las catecolaminas son metabolizadas en la placenta, y eventualmente, alrededor de un 10-15%, pueden alcanzar el feto. Estas catecolaminas tienen potencia vasoconstrictora, tanto materna como fetal, con una variación del flujo sanguíneo uterino y el consiguiente descenso en la perfusión fetal; una exposición prolongada del feto a estas condiciones le ocasionaría, naturalmente, graves perjuicios^{2,28}.

Cambios metabólicos

El cambio metabólico más destacable es la "experiencia diabetógena" que pueden experimentar las mujeres embarazadas. En un gran número de casos, las embarazadas incurrir en una marcada hiperglucemia debida a fallos en la secreción insulínica. Esta situación es ocasionada por las hormonas placentarias (lactogéno-placentarias), sobre todo a partir de la se-

gunda mitad del embarazo, hormonas que aseguran altos niveles de glucosa disponibles para el feto y que aumentan la resistencia a la insulina²⁸.

Repercusiones para el ejercicio físico

Existe un incremento en la utilización de hidratos de carbono por los músculos en movimiento^{29,53} que, bajo ciertas condiciones, podría generar un descenso de los valores sanguíneos de glucosa circulante. De acontecer, el feto puede adaptarse a esta situación de hipoglucemia transitoria utilizando lactato como combustible.

En la redistribución de flujo, se desvía más sangre hacia la placenta, facilitando la transferencia de oxígeno. Además, el ejercicio provoca hemoconcentración, que facilita la llegada de oxígeno a los tejidos²⁹.

Se sabe que realizar un programa de actividad física durante el periodo de embarazo reduce en un 69% el riesgo de padecer diabetes gestacional. Será igual de beneficioso tanto para aquéllas que ya hacían ejercicio físico como para quienes comienzan en el embarazo²⁵.

En estos casos el ejercicio físico juega un papel importante en la regulación de la glucemia; de hecho, con una sencilla recomendación basada en la realización de 30 minutos de actividad cardiovascular, mejora el acondicionamiento cardiorrespiratorio de la mujer embarazada con diabetes mellitus gestacional (DMG). La diabetes mellitus (DM) se desarrolla en un 50% de las mujeres con DMG, con gran riesgo de enfermedades cardiovasculares. El ejercicio aumenta la utilización de glucosa por parte de los músculos activos, reduciendo la necesidad de insulina para que estos azúcares se incorporen dentro de la célula. El entrenamiento de resistencia puede ayudar a las mujeres con sobrepeso, que desarrollaron DM, a evitar la terapia de insulina.

Cambios fisiológicos

Requerimientos energéticos

La embarazada requiere unas 300 kcal más al día para cubrir sus necesidades metabólicas, que pueden ser 500 kcal con el ejercicio o la lactancia. Son el líquido intersticial y el aumento de tejido graso de depósito los factores que pueden tener mayores variaciones durante la gestación^{28,35}. En mujeres sanas, en la primera mitad de la gestación (fase anabólica), la ganancia ponderal observada corresponde al cúmulo de los depósitos grasos y a las modificaciones en el organismo materno; es porcentualmente poco importante la contribución que realiza al total de la ganancia el peso fetal. Conforme progresa el embarazo, este incremento se debe fundamentalmente al crecimiento fetal y en menor medida a las modificaciones en el organismo materno, que utiliza las reservas grasas del primer trimestre sobre todo en las últimas cuatro semanas de gestación^{2,28}. Existe un acuerdo entre los profesionales de la ginecología y obstetricia en considerar los límites de una escasa ganancia de peso materno por debajo de los 9 kg y una excesiva ganancia por encima de 14 kg^{2,28}.

En el aspecto metabólico, se presenta en la gestante una situación de hipoglucemia en ayuno, así como un mayor requerimiento calórico. Además, se observa un incremento de la temperatura corporal, secundaria al aumento de volumen sanguíneo^{54,55}.

Temperatura

Existe un incremento de la temperatura corporal (que puede producir hipertermia fetal) del denominado núcleo central de la madre, relacio-

nado con la intensidad y duración del ejercicio, lo que se ve compensado mediante un aumento de los mecanismos termorreguladores. En condiciones normales la temperatura fetal es aproximadamente 0,5-0,6 °C mayor que la materna. La mayoría del calor fetal se transfiere a la madre a través de la placenta y una pequeña proporción es conducida por medio de la piel del feto, el líquido amniótico y la pared uterina. Algunos estudios recientes sugieren que la temperatura materna es el mayor determinante de la temperatura fetal y no son tan importantes los cambios en el flujo uterino y el metabolismo fetal^{13,53}.

Durante el ejercicio, la actividad muscular libera calor que puede ser hasta de 20 veces más que los niveles de reposo. Las posibles implicaciones fisiológicas del aumento de la temperatura durante el ejercicio sobre el feto han conducido a reportar que temperaturas mayores de 39 °C pueden ser causas de malformaciones del sistema nervioso, principalmente durante el primer trimestre. Estudios retrospectivos en humanos demuestran daños por la hipertermia en el sistema nervioso²⁹.

Aunque, tal y como hemos citado anteriormente, durante el ejercicio se aumentan los mecanismos termorreguladores, es preferible evitar aumentos importantes de la temperatura central de la madre asociados al ejercicio físico, hecho que se debe tomar en cuenta a la hora de planificar los programas de actividad física para mujeres embarazadas³.

Repercusiones para el ejercicio físico

Las mujeres embarazadas deben evitar el ejercicio físico intenso en ambientes calurosos. Con el fin de reducir el riesgo de hipertermia, las actividades intensas deberán ser reducidas.

Recomendaciones para la prescripción de ejercicio físico

Las diversas modificaciones que sufre el cuerpo de la mujer gestante obligan a realizar adaptaciones específicas a la hora de prescribir ejercicio físico, de manera que se eviten posibles efectos adversos que pudieran interferir en el transcurso del embarazo^{25,56}. No obstante hay que apuntar que, ante cualquier complicación durante el embarazo, deberán ser meticulosamente evaluadas para evitar riesgos.

Lo ideal sería que cada mujer, en cada embarazo, siguiera un programa de ejercicio individualizado¹². Éste debería tener en cuenta el mes de gestación, la forma física de ese momento y la experiencia, si la hubiera, de un embarazo anterior⁵⁷. De manera que la práctica de ejercicio físico pueda reportar beneficios sin comprometer el desarrollo fetal ni a la futura madre.

El ejercicio físico reportará beneficios tanto a las mujeres que decidan continuar su práctica habitual de entrenamiento, como a aquellas que comiencen un programa, siempre y cuando no exista ninguna complicación ginecológica^{4,12}.

Además de las recomendaciones específicas desarrolladas en los apartados anteriores deben ser conocidas las recomendaciones generales y mínimas para la mujer gestante.

El primer aspecto reseñable es la escasa producción científica que estudia el entrenamiento de fuerza en el embarazo, por lo que el grueso de las recomendaciones se centrará en el ejercicio cardiovascular^{20,58}.

Programa de acondicionamiento cardiovascular

La recomendación de ejercicio físico durante el embarazo está publicada por el ACOG que aboga por la realización de las recomendaciones mínimas de actividad física para la población sana (al menos

5 días a la semana, 30 minutos de actividad física con intensidad moderada). Este nivel de actividad física presenta escaso riesgo para la salud materno-fetal^{2,28}.

Tradicionalmente, la prescripción de ejercicio físico en la mujer embarazada ha resultado muy conservadora. Pese a ello, la mayoría de los estudios sugieren que, a mayor intensidad y duración del ejercicio materno, mayor riesgo potencial de que ocurran efectos dañinos sobre el feto existirá. Aunque, principalmente por motivos éticos, no han podido concretarse las dosis máximas de actividad física a partir de las cuales aparecerán complicaciones para el embarazo^{4,24}.

Recientemente, Olson et al⁹ han revisado la literatura disponible sobre la relación embarazo-ejercicio y han comunicado conclusiones como las que siguen.

El ejercicio cardiovascular resulta de gran interés y la actividad de pedalear en bicicleta estática resulta de gran interés –destacan la inexistencia de estudios que apliquen el ciclismo *indoor* o *spinning* entre mujeres embarazadas-. Destacan las actividades en el medio acuático como una actividad óptima para las gestantes.

Por su parte, el entrenamiento de fuerza no ha gozado de tanto interés investigador, pero los escasos estudios disponibles no aportan evidencias de efectos positivos ni negativos del entrenamiento.

Aunque, tal y como se ha comentado anteriormente, la frecuencia cardíaca puede tener un valor limitado en el monitoreo de la intensidad del ejercicio en embarazadas, en la actualidad se dispone de datos concretos para aproximar la intensidad del ejercicio basado en este parámetro a la mujer embarazada^{59,60} e incluso a la mujer embarazada con sobrepeso²⁰ (tabla 2).

Además de la utilización de la frecuencia cardíaca como modo de monitorizar la intensidad, también se sugiere la aplicación de la percepción de esfuerzo y la prueba del habla^{12,20}.

Existe un consenso con fuerte evidencia científica que invita a descartar todos aquellos deportes o ejercicios que entrañen riesgos de impactos o presión-descompresión en el abdomen-feto, y que puedan crear un traumatismo en el feto (fútbol, baloncesto, voleibol, esquí, ciclismo, tenis, equitación, parapente, escalada, judo, patinaje, esgrima, submarinismo, etc.). Del mismo modo, deportes o actividades de esfuerzo brusco y/o altamente glucolíticas (generalmente pulsaciones superiores a 140 por minuto (ver tabla 2), inciden negativamente en el aporte de oxígeno al feto –competición deportiva, atletismo, culturismo, etc.–; así como ejercicios y deportes con cambios bruscos de dirección o en los que la pelvis se vea sometida a una actividad abusiva que pueda dañar al futuro bebé (carreras, vallas y saltos en atletismo, ciclismo, equitación, etc.)⁵².

Tabla 2

Franja de pulsaciones adecuadas para el entrenamiento en mujeres embarazadas

Tipos de embarazadas	Zona de pulsaciones
Mujer embarazada activa 20-29 años	145-160 ppm ⁶⁰
Mujer embarazada activa 30- 39 años	140-156 ppm ⁶⁰
Mujer embarazada desacondicionada 20-29 años	129-144 ppm ⁶⁰
Mujer embarazada desacondicionada 30-39 años	128-144 ppm ⁶⁰
Mujer embarazada con sobrepeso/ obesidad 20-29 años	110-131 ppm ²⁰
Mujer embarazada con sobrepeso/ obesidad 30-39 años	108-127 ppm ²⁰

Relación de las franjas de pulsaciones por minuto para el ejercicio físico en función de la tipología de la mujer gestante. Adaptada de Mottola^{20,60}. ppm: pulsaciones por minuto.

Tabla 3

Propuesta de entrenamiento aeróbico para la mujer embarazada no-atleta

Ejercicio aeróbico	Primer trimestre	Segundo trimestre	Tercer trimestre
Frecuencia	2-3 veces semana	Hasta 2-4 (5 mujeres entrenadas)	2-3 veces semana
Duración	10-20 minutos (en función del estado previo)	20-30 minutos	30 minutos
Modalidad	Nivel de impacto muy bajo (natación caminar lento o <i>nordic walking</i>)	Nivel de impacto bajo (caminar rápido o <i>footing</i> , bici, natación)	Nivel de impacto muy bajo y con pocos cambios posturales, evitar largas estancias en bipedestación (bicicleta reclinada, natación)
Intensidad	12-14 de la RPE de Borg (6-20)		

Elaboración propia.

Por otro lado, los ejercicios acuáticos resultan una alternativa segura, con un bajo riesgo de lesión, y permiten combinar actividades aeróbicas con otras de fortalecimiento muscular. Con este tipo de ejercicios el riesgo de lesión disminuye significativamente, tal y como reportan en su revisión⁶¹. Los beneficios derivados de la realización de prácticas acuáticas durante el embarazo son numerosos y están basados, principalmente, en las características que aporta la inmersión en el medio acuático^{62,63}.

Entre estos se destacan:

- Reducir el peso (por efecto de la fuerza de flotación).
- Evitar el impacto (en los saltos y las caídas).
- Liberar los movimientos del cuerpo.
- Hacerse conscientes de la ventilación y trabajar sus fases.
- Facilitar la circulación de retorno por la presión y el flujo del agua.
- Permitir una mejor difusión del calor (a la temperatura adecuada).

En la tabla 3 quedan resumidas las consideraciones básicas para el diseño de programas de acondicionamiento cardiovascular en mujeres gestantes.

Programas de acondicionamiento neuromuscular

Tal y como se ha anticipado, los programas de acondicionamiento neuromuscular no han sido incorporados en las estrategias de ejercicio físico entre las embarazadas. Pese a la carencia de estudios científicos, el ACOG sugiere que la realización de ejercicios que ayuden a mantener la postura y a prevenir el dolor lumbar, sobre todo en el segundo y tercer trimestres, resultarán positivos¹². Por lo tanto, los objetivos de un programa de entrenamiento con sobrecarga durante las etapas de gestación pueden incluir la mejora de la postura para reducir el dolor lumbar, el fortalecimiento de los músculos que deben soportar el peso corporal para mejorar la movilidad a medida que se incrementa ese peso y facilitar el trabajo de parto y la recuperación posparto^{25,61}.

El entrenamiento con sobrecarga ofrece además diversas ventajas para la mujer embarazada; una de las más importantes es un mejor confort durante el embarazo y el parto, además de la capacidad para continuar realizando actividades cotidianas, que se ve mejorada a través del incremento de la fuerza y la resistencia muscular, particularmente en aquellos músculos involucrados en las actividades ambulatorias.

Pivarnik y Mudd⁴ detallan una serie de recomendaciones generales para el adecuado desarrollo de un programa de acondicionamiento neuromuscular durante el embarazo.

- Evitar la maniobra de Valsalva.
- Utilizar máquinas de peso o bandas elásticas en lugar de los pesos libres, con el fin de reducir el riesgo de lesiones originadas por los cambios en el centro de gravedad.
- Descender la resistencia, incrementar las repeticiones y utilizar series más cortas.
- Evitar las actividades de *powerlifting*.
- Enfatizar la adecuada forma de ejecución durante los ejercicios.

El ACOG¹² aconseja no realizar ejercicio con sobrecarga desde la posición supina para evitar que se comprometa el retorno venoso al corazón.

Se evitarán los ejercicios tales como las sentadillas y el peso muerto, puesto que requieren, entre otras exigencias, de un adecuado equilibrio, lo cual incrementa el riesgo de que se produzca una lesión ortopédica o un trauma fetal. Para el entrenamiento con sobrecarga se recomienda la utilización de máquinas, lo que elimina el riesgo de que un peso caiga sobre el abdomen y dañe el feto, así como el uso de mancuernas livianas, bandas elásticas o utilizar el peso corporal como carga. Las bandas elásticas son la alternativa más segura, seguida de los ejercicios acuáticos. Con este tipo de actividades se reducen los efectos del edema articular, no hay riesgo de hipertermia y las adaptaciones cardiovasculares agudas favorecen el flujo sanguíneo hacia el feto.

Como el equilibrio se hace más difícil, principalmente al caminar, es necesario que su marcha sea de mayor base, con un paso más corto y más variado. Por ello, se aconseja un fortalecimiento de los músculos abdominales para controlar el grado de curvatura lumbar. Además se recomienda realizar estiramientos de los músculos extensores del abdomen y de la cadera (isquiotibiales) alternando con relajación y contracción de los músculos erectores de la columna (iliopsoas) y flexores de la cadera (recto femoral)⁶⁴.

Si se mantienen estas indicaciones, los programas de acondicionamiento neuromuscular estarán recomendados entre las mujeres embarazadas^{9,27}, puesto que no existen evidencias de repercusiones negativas^{65,66}. A su vez, se intuyen los posibles beneficios de su práctica tal y como ha sido expuesto anteriormente. De entre todos los beneficios, ha sido demostrado en un estudio que el entrenamiento de fuerza dispuesto en circuito reduce la cantidad de insulina entre embarazadas con diabetes gestacional⁶⁷. Se intuye, por tanto, que puede resultar una herramienta eficaz en el control de la hiperglucemia y el riesgo de diabetes gestacional.

Existe carencia de estudios que permitan fundamentar un consenso en relación a la dosis adecuada del programa de acondicionamiento neuromuscular entre las mujeres embarazadas, no obstante, ha sido considerado de interés aportar la propuesta elaborada por Chulvi (pendiente de publicación) (tabla 4).

Conclusiones

A pesar de que la historia de la relación ejercicio físico-embarazo ha resultado turbulenta, actualmente se dispone de evidencias científicas que fundamentan la inclusión del mismo entre las mujeres embarazadas. No obstante, parece que las recomendaciones mínimas no son conocidas entre las mujeres embarazadas. Tras el permiso médico, la gestante que

Tabla 4
Propuesta de entrenamiento neuromuscular para la mujer embarazada no-atleta

Acción muscular	Intensidad	Volumen	Ejercicios	Orden y estructura de los ejercicios	Tiempo de descanso	Cadencia	Frecuencia
Con/Exc Evitar las isometrías para las extremidades, se aconsejan para los ejercicios de la región lumbo-abdominal	OMNI-RES 4-7	1-3 series. Carácter extensivo 15-25 repeticiones	Utilizar máquinas o bandas elásticas de sedestación. Evitar las posiciones en decúbito supino. De 8 a 10 ejercicios	Rutinas globales. Evitar frecuentes cambios de posición. Enfatizar los ejercicios de la espalda baja y miembros inferiores.	Suficiente para evitar la fatiga	Moderada 2:2	2-3 días
Sobrecarga progresiva		Especificidad		Variación		Periodización	
No necesaria		No necesaria		Siempre que sea posible Evitar cambios frecuentes de posición		No necesaria	

Con/Exc: concéntrica/excéntrica; OMNI-RES: escala de esfuerzo percibido durante el ejercicio de entrenamiento de fuerza; 2:2: ritmo de cadencia durante el movimiento. Dos segundos para la realización de la fase concéntrica y dos segundos para la fase excéntrica.

fuera previamente activa podrá mantener sin muchos cambios su programa de ejercicio físico. Por su parte, la mujer embarazada que previamente era sedentaria podrá comenzar un programa de ejercicio físico basado en los criterios expuestos en la presente revisión, siempre y cuando sea aprobado médicamente. En último lugar, las mujeres atletas que cursen su embarazo sin complicaciones podrán mantener en gran medida su programa de entrenamiento, siempre y cuando exista una monitorización periódica.

Bibliografía

- Artal R. Ejercicio y embarazo. Barcelona. Ediciones Médici; 1995.
- Barakat R. El ejercicio físico durante el embarazo. Madrid: Pearson Alhambra; 2006.
- López JL, López LM. Fisiología Clínica del ejercicio. Madrid: Paramericana; 2006.
- Pivarnik JM, Mudd L. Oh Baby. Exercise during pregnancy and the postpartum period. ACSMS Health Fit J. 2009;13(3):8-13.
- Petersen AM, Leet TL, Brownson RC. Correlates of physical activity among pregnant women in the United States. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(10):1748-53.
- Borodulin KM, Evenson KR, Wen F, Herring AH, Benson AM. Physical activity patterns during pregnancy. Med Sci Sports Exerc. 2008;40(11):1901-8.
- Entin PL, Munhall KM. Recommendations regarding exercise during pregnancy made by private/small group practice obstetricians in the USA. J Sports Sci Med. 2006;5:449-58.
- Juhl M, Andersen PK, Olsen J, Madsen M, Jorgensen T, Nohr EA, et al. Physical exercise during pregnancy and the risk of preterm birth: A study within the Danish National Birth Control. Am J Epidemiology. 2008;167:859-66.
- Olson D, Sikka RS, Hayman J, Novak M, Stavig C. Exercise in pregnancy. Curr Sports Med Rep. 2009;8(3):147-53.
- Clapp JF. Does exercise training during pregnancy affect gestational age? Clin J Sport Med. 2009;19(3):241-3.
- Lokey EA, Tran ZV, Wells CL, Myers BC, Tran AC. Effects of physical exercise on pregnancy outcomes: a meta-analytic review. Med Sci Sports Exerc. 1991;23(11):1234-39.
- ACOG Committee. Opinion no. 267. Exercise during pregnancy and the postpartum period. Obstet Gynecol. 2002;99:171-3.
- Pivarnik JM, Chambliss HO, Clapp JF, Dugan SA, Hatch MC, Lovelady Ch A, et al. Impact of physical activity during pregnancy and postpartum on chronic disease risk. Med Sci Sports Exerc. 2006;38:989-1006.
- Dempsey JC, Butler CL, Williams MA. No need for a pregnant pause: physical activity may reduce the occurrence of gestational diabetes mellitus and preeclampsia. Exerc Sports Sci Rev. 2005;33(3):141-9.
- Gavard JA, Artal R. Effect of exercise on pregnancy outcome. Clin Obstet Gynecol. 2008;51(2):467-80.
- Olson D, Sikka RS, Hayman J, Novak M, Stavig C. Exercise in pregnancy. Curr Sports Med Rep. 2009;8(3):147-53.
- Weissgerber TL, Wolfe LA, Davies GA, Mottola MF. Exercise in the prevention and treatment of maternal-fetal disease: a review of the literature. Appl Physiol Nutr Metab. 2006;31(6):661-74.
- Davies GA, Wolfe LA, Mottola MF, Mackinnon C. Joint SOGC/CSEP clinical practice guideline: exercise in pregnancy and the postpartum period. Can J Appl Physiol. 2003;28:330-41.
- Rudra CB, Sorensen TK, Luthy DA, Williams MA. A prospective analysis of recreational physical activity and preeclampsia risk. Med Sci Sports Exerc. 2008;40(9):1581-8.
- Mottola MF. Exercise prescription for overweight and obese women pregnancy and postpartum. Obstet Gynecol Clin N Am. 2009;36:301-16.
- Artal R, Catanzano RB, Gavard JA, Mostello DJ, Friganza JC. A lifestyle intervention of weight-gain restriction: diet and exercise in obese women with gestational diabetes mellitus. Appl Physiol Metab. 2007;32(3):596-601.
- Poudevigne MS, O'Connor PJ. Physical activity and mood during pregnancy. Med Sci Sports Exerc. 2005;37(8):1374-80.
- McMurray RG, Mottola MF, Wolfe LA, Artal R, Millar L, Pivarnik JM. Recent advances in understanding maternal and fetal responses to exercise. Med Sci Sports Exerc. 1993;25(12):1305-21.
- Marquez-Sterling S, Perry AC, Kaplan TA, Halberstein RA, Signorile JF. Physical and psychological changes with vigorous exercise in sedentary primigravidae. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(1):58-62.
- Colado JC, Chulvi I. Los programas de acondicionamiento muscular en las diferentes etapas de desarrollo madurativo y en determinadas alteraciones orgánicas. En Rodríguez PL. Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular. Madrid: Panamericana; 2008.
- Gorski J. Exercise during pregnancy: maternal and fetal responses. A brief review. Med Sci Sports Exerc. 1985;17(4):407-16.
- DeMaio M, Magann EF. Exercise and pregnancy. J Am Acad Orthop Surg. 2009;17(8):504-14.
- Barakat R. Ejercicio físico durante el embarazo, programas de actividad física en gestantes; 2002. Disponible en: http://viref.udea.edu.co/contenido/publicaciones/memorias_expo/act_fis_salud/ejercicio.pdf
- López JL, Fernández A. Fisiología del Ejercicio. 3ª ed. Madrid: Panamericana; 2006.
- Leiferman JA, Evenson KR. The Effect of Regular Leisure Physical Activity on Birth Outcomes. Matern Child Health J. 2003;7(1):59-64.
- Barakat R, Stirling J. Influencia del ejercicio físico aeróbico durante el embarazo en los niveles de hemoglobina y de hierro maternos. RICYDE. 2008;1(4):14-28.
- Clapp JF, Kim H, Burciu B, López B. Beginning regular exercise in early pregnancy effect on fetoplacental growth. Am J Obstet Gynecol. 2000;183(6):1484-8.
- Clapp JF III, López B, Harcar-Sevcik R. Neurobiology of infant born to women who exercise regularly throughout pregnancy. Am J Obstet Gynecol. 1999;180:91-4.
- Katherine K, Whitcome L, Shapiro J, Lieberman DE. Fetal load and the evolution of lumbar lordosis in bipedal hominins. Nature. 2007;13;450(7172):1075-8.
- Kisner C, Colby LA. Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005.
- Milan L, Ilabaca FG, Rojas JB. Dolor lumbar relacionado al embarazo. Rev Chil Obstet Ginecol. 2007;72(4):258-65.
- Molina MJ, Molina F. The Pelvic Pain in the pregnant women: exercise and activity. Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte. 2007;7(27):266-73.
- Fernández AR, Guirado L, Remiro N. La lumbalgia en la mujer embarazada. Efisioterapia [serie online]. 2006;1(1):[5 pantallas]. URL disponible en: <http://www.efisioterapia.net/articulos/leer210.php>.
- Larsen EC, Wilken-Jensen C, Hansen A, Jensen DV, Johansen S, Minck H, et al. Pregnancy associated pelvic pain. I: Prevalence and risk factors. Ugeskr Laeger. 2000;162(36):4808-12.
- Martínez JJ, Martínez, ES. Hidroterapia en el embarazo. Dolor lumbar. Revista Española de Fisioterapia. 2002;(1):52-9.
- Calais-Germain, B. El Periné femenino y el parto. Madrid: La liebre de Marzo; 1998.

42. Moreno J, Redondo E, Bocardo G, Silmi A, Resel L. Recuperación y reeducación perineal. *Clinicas Urológicas de la Complutense*, 8, Madrid: Servicio de publicaciones. UCM; 2000. p. 425-41.
43. Ferri A, Amostegui JM. Prevención de la disfunción del suelo pélvico de origen obstétrico. *Fisioterapia*. 2004;26(5):249-65.
44. De Oliveira C, Lopes MA, Carla Longo e Pereira L, Zugaib M. Effects of pelvic floor muscle training during pregnancy. *Clinics*. 2007;62(4):439-46.
45. Morkved S, Bo K, Schei B, Salvensen KA. Pelvic floor muscle training during pregnancy to prevent urinary incontinence: a single-blind randomized controlled trial. *Obstet Gynecol*. 2003;101(2):313-9.
46. Turgut F, Cetinsahinahin M, Turgut M, Bolukbasi O. The management of carpal tunnel syndrome in pregnancy. *J Clin Neurosci*. 2001;8:332-4.
47. Pocock G. *Fisiología Humana*. En: Pocock G y Richards CD. *La base de la medicina*. 2ª ed. Barcelona: MASSON; 2005.
48. Villaverde S, Rodríguez A, Villaverde S. Modificaciones de la sangre en el embarazo. Cambios circulatorios y respiratorios. Alteraciones de los sistemas digestivos y urinarios. Sistema óseo y dientes. Cambios en la piel. Otras modificaciones. En: *Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia (SEGO). Tratado de Ginecología, Obstetricia y Medicina de la Reproducción*. Vol. 1. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2003.
49. Ezcurdia M. Ejercicio físico y deportes durante el embarazo. En: *Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia, Grupo de trabajo sobre asistencia al embarazo normal, Sección de Medicina Perinatal. Manual de asistencia al embarazo normal*. 4ª ed. Madrid: Fabre González; 2001.
50. Barakat R, Stirling J, Zakythinaki M, Lucía A. Acute maternal exercise during the third trimester of pregnancy, influence on fetal heart rate. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 2008;13(4):33-43.
51. Weissgerber TL, Wolfe LA, Davies GA. The role of regular physical activity in preeclampsia prevention. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(12):2024-31.
52. Pardo VP. Actividades fisicodeportivas para nueve meses de gestación. *Rev Int Med Cienc Act Fis Deporte*. 2004;4(15):183-91.
53. Wilmore JH, Costill DL. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo; 2001.
54. Pereira MA, Rifas SL, Kleinman KP, Rich JW, Peterson K E, Gillman MW. Predictors of change in physical activity during and after pregnancy: Project Viva. *Am J Prev Med*. 2007;32(4):312-9.
55. Sroczynski T. Evaluation of respiratory tract function in healthy women in the last month of uncomplicated pregnancy. *Ann Acad Med*. 2002;48:331-50.
56. Chulvi I. *Programas de acondicionamiento neuromuscular en situaciones con requerimientos específicos*. Sevilla: Wanceulen; En prensa 2009.
57. Ibáñez J, Izquierdo M, Gorostiaga E. *Guía práctica - Deporte: un gran aliado para la salud*. Vizcaya: Fundación Grupo Eroski; 2001.
58. Kramer MS. Aerobic exercise for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2002(2)CD000180.
59. Drinwater Barbara L. *Women in sports*. Champaign: Blackwell Science; 2000.
60. Mottola MF, Davenport MH, Brun ChR, Inglis SD, Charlesworth S, Sopper MM. VO_{2peak} prediction and exercise prescription for pregnant women. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(8):1389-95.
61. Pujol TJ, Barnes JT, Elder CL. **Entrenamiento con sobrecarga durante el embarazo**. *PubliCE Standard*. 08/05/2009. Pid: 1125.
62. Chulvi-Medrano I, Llana-Benlloch S, Pérez-Soriano P. Water immersion as a post-effort recovery factor. A systematic review. *J Physical Education Sport*. 2009;23(2):1-12.
63. Del Castillo M. Actividades acuáticas para gestantes: El espacio acuático como recurso metodológico. En: Moreno JA, Marín LM, editores. *Nuevas aportaciones a las actividades acuáticas*. Murcia: UNIVEFD; 2008. p. 19-26.
64. Sarmiento JM. Ejercicio durante el embarazo. *PubliCE Standard*. 30/06/2003. Pid: 169.
65. Avery ND, Stocking KD, Tanmer JE, Davies GA, Wolfe LA. Fetal responses to maternal strength conditioning exercise in late gestation. *Can J Apply Physiol*. 1999;24(4):362-76.
66. Barakat R, Lucía A, Ruiz JR. Resistance exercise training during pregnancy and newborn's birth size: a randomized controlled trial. *Int J Obes*. 2009;33(9):1048-57.
67. Brankston GN, Mitchell BF, Ryan EA, Okun NB. Resistance exercise decrease the need for insulin in overweight women with gestational diabetes mellitus. *Am J Obstet Gynecol*. 2004;190(1):188-93.



15th Annual Congress of the ECSS

23-26 June 2010
Antalya, *Turkey*



MIDDLE
EAST
TECHNICAL
UNIVERSITY



Physical Education &
Sports Department



www.ecss-congress.eu

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

Isla de Fuerteventura
04071, Almería
Teléfono: 950.17.52.30
Fax: 950.17.52.35
camd.almeria.ctcd@
juntadeandalucia.es

Cádiz

Complejo Deportivo Bahía Sur.
Paseo Virgen del Carmen s/n
11100, San Fernando (Cádiz)
Teléfono: 956.20.3130
Fax: 956.59.03.35
camd.cadiz.ctcd@
juntadeandalucia.es

Córdoba

Pabellón Vistalegre.
Plaza Vista Alegre, s/n
14071, Córdoba
Teléfono: 957.35.51.85
Fax: 957.35.51.88
camd.cordoba.ctcd@
juntadeandalucia.es

Granada

Hospital san Juan de Dios.
San Juan de Dios, s/n
18071, Granada
Teléfono y Fax: 958.02.68.02
camd.granada.ctcd@
juntadeandalucia.es

Huelva

Ciudad Deportiva de Huelva.
Avda. Manuel Sirot, s/n
21071, Huelva.
Teléfono: 959.01.59.12
Fax: 959.01.59.15
camd.huelva.ctcd@
juntadeandalucia.es

Jaén

C/ Menéndez Pelayo Nº 2
23003, JAÉN
Teléfono: 953 313 912
Fax: 953 313 913
camd.jaen.ctcd@
juntadeandalucia.es

Málaga

Inst. Deportivas de Carranque
Santa Rosa de Lima, 7
29071, Málaga
Teléfono: 951.03.57.30
Fax: 951.03.57.32
camd.malaga.ctcd@
juntadeandalucia.es

Sevilla

Isla de la Cartuja, s/n
Glorieta Beatriz Manchón, s/n
41092, Sevilla.
Teléfono: 955.06.20.25
camd.ctcd@
juntadeandalucia.es


JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO Y DEPORTE
Centro Andaluz de Medicina del Deporte

www.juntadeandalucia.es/turismocomercioydeporte/camd



eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea



...Conceptos de vanguardia...

JORNADAS INTERNACIONALES DE "ACTUALIZACIONES EN LAS AREAS DE MEDICINA, PREPARACION FISICA Y DEPORTE: BALONCESTO DE ELITE"

Organizadas por: San Sebastián Gipuzkoa Basket Club y Cursos de verano UPV

San Sebastián Días 17-18 y 19 de junio del 2010

Lugar de Celebración: Palacio Miramar



Departamento de Educación Física y Deportiva

Gorputz eta Kirol Hezkuntzako Salla



JARDUERA FISIKOAREN ETA KIROLAREN ZIENTZIEN FAKULTATEA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FISICA Y DEL DEPORTE



WWW.GIPUZKOABASKET.COM



En Andalucía todo sale bajo par

Andalucía

TE QUIERE



JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE TURISMO, COMERCIO 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

Correo electrónico
camd.ctcd@juntadeandalucia.es