



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: rubenomar.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 diagnosis 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 para 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 4
Índice 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
	-1,053	17,998	0,306	-2,3	2,184	-6,889	2,289
5 minutos (ejercicio)	-0,74	18	0,469	-2,6	3,515	-9,986	4,786
	-0,74	16,428	0,47	-2,6	3,515	-10,036	4,836
10 minutos (ejercicio)	-2,052	18	0,055	-6,4	3,118	-12,952	0,152
	-2,052	17,576	0,055	-6,4	3,118	-12,963	0,163
15 minutos (ejercicio)	-1,151	18	0,265	-3,3	2,868	-9,325	2,725
	-1,151	17,731	0,265	-3,3	2,868	-9,331	2,731
20 minutos (ejercicio)	-3,68	18	0,002*	-9,000	2,445	-14,138	-3,862
	-3,68	17,174	0,002*	-9,000	2,445	-14,155	-3,845
Fase de ejercicio (media de la FCF)	-2,209	18	0,040*	-5,325	2,410	-10,388	-0,262
	-2,209	16,796	0,041*	-5,325	2,410	-10,415	-0,235
Aumento FCF	-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 al¹⁸.

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, Lucía 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, Bennasar 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 fetuses 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 and 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, Lucía 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.