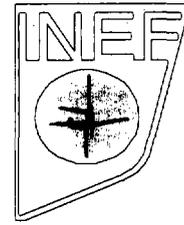


**Departamento de Física e Instalaciones  
E.T.S. Arquitectura**



**Instituto Nacional  
de Educación Física**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

***Influencia del trabajo aeróbico programado  
en el desarrollo de la gestación  
Parámetros materno-fetales***

**Tesis Doctoral**

**RUBEN BARAKAT CARBALLO**

**Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte**

**Director: JESÚS JAVIER ROJO GONZÁLEZ  
Doctor en Medicina y Cirugía**

**Madrid 2002**

Tribunal nombrado por el Mgfco. y Exclmo. Sr. Rector de  
la Universidad Politécnica de Madrid, el día.....de.....  
de.....

Presidente D. ....

Vocal D. ....

Vocal D. ....

Vocal D. ....

Secretario D. ....

Realizado el acto de defensa y lectura de la Tesis el día.....  
de.....de.....en el INEF de Madrid.

Calificación:.....

EL PRESIDENTE

LOS VOCALES

EL SECRETARIO

*A mi madre, que fue la luz  
A mi compañera, que es el apoyo  
A mis hijas, que son la esperanza*

*El verdadero éxito vive en el esfuerzo por lograr algo...  
El único fracaso es no intentarlo*

## **Agradecimientos**

Es mi deseo comenzar estos agradecimientos con dos personas que han sido pilares fundamentales de este trabajo, sin su inmensa colaboración no hubiese sido posible llevar a cabo esta investigación, se trata de Carmen Nieto Orihuela y María García Tapia, mucho más que las matronas del Centro de Salud "María Montesori" donde he desarrollado la parte experimental de este trabajo.

Asimismo mi gratitud para los facultativos del Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Severo Ochoa de Leganes, especialmente a Angel Salcedo Mariña, Jefe de la sección de Obstetricia, y a los facultativos Juana Vargas, Ana Quiralte y Jesus Romero, por su entrega y paciencia sin límites.

Mi agradecimiento a la Universidad Politécnica de Madrid y el programa de Becas para la Investigación, de la cuál he sido beneficiario; como al personal del Gabinete de Investigación y Desarrollo, de quienes he disfrutado su accesibilidad, ayuda y cordialidad en cada situación en la que les he necesitado.

Gracias al INEF de Madrid, donde durante el tiempo que ha durado este trabajo de investigación me he sentido como en mi casa. En esta casa he podido disfrutar de la compañía y ayuda de dos de sus docentes, los Doctores Javier Jimenez y Federico San Andrés, a ellos mi más cálido afecto.

Muchas Gracias al Doctor Jose Luis Pacheco, por su inmensa colaboración en el tratamiento estadístico de los datos.

A mis compañeros becarios, Kiko Miralles y especialmente a Javier Pérez, por su compañía y afecto.

De la misma manera, esta Tesis no hubiese podido ser terminada sin la gran colaboración de algunos componentes del personal administrativo y del Departamento de Informática del INEF, por eso a vosotros, Piedad, Lidia, Alberto, Loren, María José, David, Felix, mi sincero agradecimiento.

Gracias a Maribel y Angel Jimenez por su apoyo con el material informático, lo que en muchos momentos me permitió seguir adelante con este trabajo.

A Regina Carnicero, del Colegio Europeo de Madrid, por su inestimable colaboración en la redacción y tratamiento del texto.

Mi más sincero agradecimiento a mi director de Tesis, el Doctor Jesús Javier Rojo González, por su apuesta y confianza en mi persona, su paciencia interminable, su energía y, quizás lo más importante, esa extraña forma de transmitirle a los que están a su lado que con ganas "todo se logra".

Finalmente debo agradecer mucho más allá de lo que se pueda con estas palabras a aquellas personas de mi entorno cercano que con esa maravillosa mezcla de tolerancia y cariño soportaron alegremente esos "tiempos sin estar" y "espacios sin cubrir" por mi parte.....

Por eso, a Goyi, mi compañera, a Clara y Natalia, mis hijas, toda la gratitud que exista, por esa manía de quererme por encima de todo.....

## RESÚMEN

A través de la historia, las recomendaciones acerca del ejercicio durante la gestación han estado basadas más en razones sociales y culturales que en evidencias puramente científicas.

Tradicionalmente, los consejos médicos alentaban a la moderación, aunque el concepto de “moderado” era algo conservador.

No obstante, esta opinión no se dirigía en la misma dirección del creciente número de mujeres incluidas en programas de actividades físicas recreacionales y deportes.

Actualmente, con el ejercicio físico convertido en una parte integral de la vida de muchas mujeres, la pregunta con respecto a la posibilidad de un efecto negativo del ejercicio físico en los resultados del embarazo, tiene cada vez más importancia.

Por lo tanto, se hace necesaria información relativa a la interacción entre el ejercicio físico y la gestación. Nuevos conocimientos ayudarán a establecer guías trabajo actualizadas sobre cómo desarrollar un programa de actividad física durante el embarazo.

En ese sentido, se hace importante destacar al embarazo como el único proceso en el cuál casi todos los sistemas corporales de la mujer se modifican en un intento de mantener el equilibrio materno y fetal.

En teoría, la practica de ejercicio podría representar un cuestionamiento para el bienestar materno y fetal, especialmente si este ejercicio se realiza a altas intensidades.

Desde un punto de vista biológico, el doble conflicto creado por las necesidades del ejercicio y el embarazo podría ocasionar problemas

relacionados con el fluido de sangre uterina, la fuente alimento muscular utilizada, la temperatura materna y fetal, etc.

En relación a esto último, en la pasada década, estudios fisiológicos acerca de la respuesta materna al ejercicio durante la gestación aseguran que mujeres sanas tienen la capacidad de acomodarse a las, a menudo conflictivas, demandas fisiológicas de ambos procesos: ejercicio y gestación.

No obstante, a pesar de estos avances acerca de la fisiología del ejercicio durante la gestación, en general, existe todavía una falta de consenso en relación a los efectos del ejercicio en los resultados del embarazo.

En ese sentido, los efectos de la actividad física sobre estos resultados son todavía no muy bien entendidos.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo de investigación es conocer los efectos del ejercicio aeróbico moderado sobre los resultados del embarazo.

Presentamos a continuación un trabajo de tipo experimental referente a los efectos del ejercicio físico desarrollado durante el segundo y tercer trimestre de embarazo.

Se trata de un estudio del tipo *Casos y Controles*. Entre el 1 de Mayo de 2000 y el 30 de septiembre de 2001, un total de 480 mujeres fueron entrevistadas en su primera visita prenatal obteniendo con ello datos acerca de sus características médicas, sociales, laborales, hábitos de actividad física diaria y su consentimiento para participar en este estudio. Todas las participantes de este trabajo fueron contactadas a

través de las consultas de Obstetricia del Hospital Severo Ochoa de Leganés, Madrid.

Un total de 72 mujeres, sin complicaciones en su embarazo (ni embarazo gemelar) fueron asignadas de forma aleatoria al grupo de Tratamiento (casos) y 70 mujeres, con los mismos criterios de inclusión, formaron parte del grupo Control.

El programa de ejercicios consistió en tres clases semanales de 35 minutos durante el segundo y tercer trimestre de embarazo conducidas por un Licenciado en CC de la Actividad Física y el Deporte, siguiendo la líneas directrices del ACOG (Colegio Americano de Obstetras y Ginecólogos). El carácter moderado de la actividad se basó en el gasto calórico semanal de aproximadamente 1000 Kcal gastadas en las tres clases.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó por medio del programa SPSS, versión 10.0, propiedad de la Universidad Politécnica de Madrid.

Se tuvieron en cuenta otros factores que podían ser influyentes en los resultados (variables "confundidoras") tales como edad, paridad, tabaquismo, actividad laboral, hábitos de ejercicio anterior al embarazo, etc.

Nuestros resultados no muestran asociación entre practica de ejercicio físico durante el embarazo y complicaciones en el curso de la gestación ni resultados adversos de la misma.

Asimismo encontramos que las gestantes del grupo Tratamiento (ejercicio) ganan menos peso y tienen bebés con menor peso de

nacimiento que las del grupo Control (no ejercicio); todo ello dentro de niveles considerados como normales.

En conclusión, los resultados de nuestra investigación sugieren que mujeres sanas, sin complicaciones en su embarazo, pueden practicar ejercicio aeróbico moderado durante su segundo y tercer trimestre de embarazo, sin que ello altere el normal proceso de embarazo y parto, ni ocasione alteraciones en el normal crecimiento y desarrollo fetal.

## SUMMARY

Throughout history, recommendations for physical activity during pregnancy have been based more on cultural and social mores than on scientific evidence.

Traditional medical advice have been for "moderation", although the definition of moderate was some conservative.

That opinion does not address the increasing population of women actively engaged in sports and recreational activities.

At present, with physical exercise becoming an integral part of life for many women, the question whether this may have an adverse impact on the pregnancy outcome has reached increasing importance.

Therefore, information on the interactive effects of exercise and pregnancy is needed. New knowledge will help to establish and update guidelines for maternal physical activity program during pregnancy.

Pregnancy is a unique process in which almost all the control systems of the body are modified in an attempt to maintain both maternal and fetal homeostasis.

In theory, the addition of exercise may represent a significant challenge to maternal and fetal well-being, especially at higher intensities.

From a biological viewpoint, the dual stresses of pregnancy and exercise needs may create problems related with uterine blood flow, fuel sources utilized, maternal and fetal body temperatures, etc.

Relative to that, over the past decade, physiological studies of the responses to exercise during pregnancy have demonstrated that healthy pregnant women have the capacity to accommodate the sometimes conflicting physiological demands of both maternal exercise and gestation.

However, despite these advances in knowledge regarding the physiology of exercise during pregnancy, there is still a general lack of consensus regarding the effect of exercise during pregnancy on pregnancy outcome.

The effect of physical activity on pregnancy outcome is not yet well understood.

The purpose of the present investigation was to know the influence of exercise on the pregnancy outcome.

We report here on a experimental study of the effect of aerobic and moderate exercise during second and third trimester on pregnancy outcome.

A case-control design was used. Between May 1 of 2000 and September 30 of 2001 a total of 480 women were interviewed at the first medical prenatal visit obtaining data of social, medical, employment, daily physical activity circumstances and consent. Participants were recruited from the Hospital Severo Ochoa of Leganés, Madrid .

A total of 72 pregnant women with uncomplicated pregnancies (singleton gestations) randomly assigned to an exercise group (case) and 70 pregnant women randomly assigned to an control group .

The exercise program consisted of a series of 35 minute sessions, three times per week during the second and third trimester of pregnancy, conducted by a qualified instructor following the ACOG guidelines. Moderate exercise was defined as  $\leq 1000$  Kcal/wk of energy expenditure.

For a statistical treatment, SPSS program was used.

Multiple potential confounding variables were also assessed for a possible association with or influence on pregnancy outcome (age, parity, smoking, employment, exercise habits before pregnancy, etc).

Our results did not show any associations of the exercise during pregnancy with adverse pregnancy outcomes.

In addition to the absence of any relationship between exercise and complications or negative results, we find that women of the exercise group gained less weight and have less birthweight (normal levels).

In conclusion, our findings suggest that healthy women with an uncomplicated pregnancy, may safely engaged in a moderate aerobic exercise program, without compromising fetal growth and development or complicating the process of pregnancy, labor or delivery.

*Influencia del trabajo aeróbico programado en el desarrollo de la gestación. Parámetros materno-fetales*



**Autor: RUBEN BARAKAT CARBALLO**  
**Director: JESUS JAVIER ROJO GONZÁLEZ**

**INEF de Madrid**  
**Año 2002**

# ÍNDICE

## 1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANÁLISIS HISTÓRICO	3
1.2. CAMBIOS RELEVANTES QUE SE PRODUCEN EN LA MUJER GESTANTE RELACIONADOS CON LA ACTIVIDAD FÍSICA	12
1.2.1. MODIFICACIONES EXTRAGENITALES	12
1.2.1.1. Aparato circulatorio	12
1.2.1.2. Cambios hematológicos	14
1.2.1.3. Cambios respiratorios	15
1.2.1.4. Cambios metabólicos	17
1.2.1.5. Aparato locomotor	22
1.2.1.6. Modificaciones dermatológicas	24
1.2.1.7. Sistema endocrino y modificaciones hormonales	24
1.2.2. CAMBIOS GENITALES Y MAMARIOS	26
1.2.2.1. Útero	26
1.2.2.2. Ovario	27
1.2.2.3. Vagina	27
1.2.2.4. Glándula mamaria	27
1.3. CUADROS FRECUENTES RELACIONADOS CON LAS MODIFICACIONES PRODUCIDAS POR EL EMBARAZO	28
1.3.1. Cardiovasculares	28
1.3.2. Digestivos	29
1.3.3. Respiratorios	29
1.3.4. Músculo-esqueléticos	30
1.4. CAPACIDAD DE REALIZAR EJERCICIO DURANTE EL EMBARAZO	31

<b>1.5. RESULTADOS DEL EMBARAZO</b>	<b>36</b>
1.5.1. RESULTADOS MATERNOS	38
1.5.1.1. Ganancia de peso	38
1.5.1.2. Edad gestacional	39
1.5.1.3. Parto	41
1.5.1.6.a. Tipo de parto	41
1.5.1.6.b. Tiempo de las etapas del parto	44
1.5.1.4. Sobrecarga oral de glucosa (Test de O'Sullivan)	45
1.5.2. RESULTADOS FETALES	46
1.5.2.1. Peso de nacimiento	46
1.5.2.2. Talla y perímetro craneal del recién nacido/a	46
1.5.2.3. Test de APGAR del recién nacido/a	47
1.5.3. RESUMEN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN	47
<b>1.6. RESPUESTAS DEL ORGANISMO GESTANTE AL EJERCICIO FÍSICO</b>	<b>50</b>
1.6.1. Respuesta cardiovascular	50
1.6.2. Respuestas respiratorias	53
1.6.3. Respuestas metabólicas	56
1.6.4. Termorregulación	60
1.6.5. Respuesta hormonal	62
1.6.6. Actividad uterina	65
<b>1.7. EJERCICIO MATERNO Y BIENESTAR FETAL</b>	<b>67</b>
1.7.1. Consideraciones generales	67
1.7.2. Desarrollo fetal, fases	67
1.7.3. Frecuencia cardiaca fetal	69
1.7.4. Movimientos fetales	73
1.7.5. Flujo de sangre al útero durante el ejercicio	74
1.7.6. Respiración fetal durante el ejercicio materno	78
1.7.7. Termorregulación fetal	79
1.7.8. Ejercicio materno y desarrollo fetal	81
<b>1.8. JUSTIFICACIÓN DE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>85</b>

<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>95</b>
<b>3. MATERIAL Y MÉTODO</b>	<b>101</b>
<b>3.1. CONSIDERACIONES GENERALES</b>	<b>101</b>
<b>3.2. MUESTRA</b>	<b>103</b>
<b>3.3. CLASES</b>	<b>106</b>
3.3.1. Programación de la actividad física	106
3.3.2. Diseño de las clases	107
3.3.3. Recomendaciones generales	108
3.3.4. Contraindicaciones del ejercicio físico y el deporte	110
3.3.5. Tipo de clases	113
3.3.6. Estructura	115
3.3.7. Intensidad	115
3.3.8. Frecuencia	120
3.3.9. Ejercicios. Consideraciones generales	121
3.3.10. Clasificación de los ejercicios	122
3.3.10.1. Entrada en calor	122
3.3.10.2. Parte principal	123
3.3.10.3. Vuelta a la calma	126
<b>3.4. OBTENCIÓN DE DATOS</b>	<b>127</b>
3.4.1. Analíticas sanguíneas realizadas a las gestantes	127
3.4.2. Amnemesis obstétrica	128
3.4.3. Hoja de seguimiento del curso del embarazo	129
3.4.4. Alta perinatal	130
3.4.5. Entrevista inicial	131
<b>3.5. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO</b>	<b>137</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>143</b>
<b>4.1. CONSIDERACIONES GENERALES</b>	<b>143</b>
<b>4.2. ANÁLISIS GLOBAL DE LOS RESULTADOS</b>	<b>146</b>
<b>4.3. RESULTADOS MATERNO-FETALES</b>	<b>147</b>
<b>4.4. VARIABLES CONFUNDIDAS</b>	<b>166</b>

<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>179</b>
<b>6. NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>183</b>
<b>7. GLOSARIO</b>	<b>187</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>191</b>

# **1. INTRODUCCIÓN**



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Análisis histórico:

A lo largo de la historia, las mujeres han recibido todo tipo de consejos sobre cómo llevar mejor el proceso del embarazo y el parto. Estas recomendaciones han procedido de profesionales de diversa índole, patriarcas religiosos, filósofos, médicos.

Una buena parte de estos consejos se han centrado en el tipo, duración e intensidad de actividad física desarrollada durante la gestación. Desde hace mucho tiempo se ha relacionado el buen embarazo y el parto sencillo con el ejercicio físico, en el siglo III a.C., por ejemplo, Aristóteles atribuyó ya los partos difíciles a un estilo de vida sedentario. En el Éxodo capítulo 1 versículo 19, los autores de la Biblia observaron que las mujeres esclavas judías daban a luz con más facilidad que las damas egipcias: “...*las mujeres hebreas no son como las damas egipcias; son muy vitales, y dan a luz antes de que las comadronas acudan a ayudarlas*” (Vaughn J. en: Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

A medida que se ha ido comprendiendo mejor todos los procesos y mecanismos físicos y fisiológicos del embarazo, las mujeres fueron recibiendo consejos más precisos sobre el tipo de ejercicio físico más adecuado. En el siglo XVIII los médicos solían estar de acuerdo en las ventajas ofrecidas por la actividad física durante la gestación, en 1778, James Lucas, un cirujano de Escuela de Enfermería General Leeds de Inglaterra, presentó un escrito en el que aconsejaba realizar ejercicios físicos durante el embarazo, basándose en la premisa de que el ejercicio físico impediría el tamaño excesivo del bebé, facilitando así su salida

por el canal de parto. A pesar de ello, aún había quién no estaba de acuerdo y creía que el embarazo era un período de descanso y reclusión.

En el Nuevo Mundo se imponía un punto de vista más restrictivo, Alexander Hamilton, en su *Treatrise of Midwifery*, de 1781, definió una serie de “Reglas y precauciones para la mujer embarazada” en la que se defendía una actividad física de carácter “muy moderado”. En particular avisaba a las mujeres sobre la necesidad de evitar “las agitaciones del cuerpo debido a ejercicios violentos o impropios, como viajar en carruaje, montar a caballo, bailar y realizar todo aquello que suponga una alteración para el cuerpo o la mente”.

Durante la época victoriana predominó un enfoque aún más limitado y paternalista sobre las mujeres y su salud y, evidentemente, sobre las mujeres embarazadas en particular. Uno de los libros más populares de aquellos tiempos fue el titulado *Married Lady's Companion & Poor Man's Friend*, de Samuel K Jennings, según las ideas actuales, los consejos de Jennings resultan ser justamente lo contrario de lo que se considera como médicamente válido.

“Es mi opinión común” escribió “que las mujeres en estado deben vivir de forma indolente y con toda suerte de lujos, ya que el ejercicio físico podría debilitar al hijo aún no nacido...” (Artal, 1995).

Para la mujer victoriana el encierro durante el embarazo era justamente eso “una reclusión”. No se consideraba digno que una mujer embarazada interviniera en actos sociales, ni tan siquiera que se las viese fuera de su ámbito familiar.

Como se puede observar en estas épocas ya estaba planteada una controversia en relación a la influencia de la actividad física en los resultados del embarazo.

Con respecto a los estudios científicos, hasta finales del siglo XIX, la mayor parte de las actitudes médicas y públicas referentes al ejercicio y la gestación se basaban sobretodo en observaciones personales. En 1895 se publicó el primer estudio científico sobre este tema, que analizaba los resultados de 1000 embarazos. En él se establecía una relación entre la elevada actividad física de la madre con bajo peso de nacimiento y la mayor mortalidad perinatal.

En 1896 se publicó un estudio similar realizado por un médico francés llamado Letourneur. Esta investigación analizó 627 partos acaecidos en París y en ella se observó que el trabajo físico intenso, sobre todo en la parte final del embarazo, tenía más efecto sobre el bajo peso de nacimiento que el hecho de que la madre fuese delgada.

Un médico vienés observó que las mujeres que pasaban largos periodos de tiempo en la cama durante su embarazo tenían bebés más grandes y que el índice de mortalidad infantil era menor que en el caso de las mujeres activas.

Realizando un análisis retrospectivo, estas referencias científicas vienen a confirmar, después de unos dos mil años, la idea inicial de Aristóteles, es decir que una intensa actividad física durante el embarazo, y aún más, en la última etapa de éste, da como fruto bebés de tamaño y peso más reducidos.

En los primeros años del siglo XX estos estudios científicos generaron inquietud acerca del estado de salud de la población, en general, y de cómo el desarrollo de la gestación podía afectar a este “descenso en la calidad de la población”. Los políticos británicos de la época no tardaron en denunciar, que una de las causas del problema era que cada vez más mujeres trabajaban en las fábricas, inclusive en su período de gestación, aludiendo a la inconveniencia de la realización de cierto tipo de actividades durante el embarazo. Lo que desembocó en que una gran cantidad de países adoptasen leyes que prohibían a las mujeres trabajar en la etapa final del embarazo y el inicio del posparto.

Hacia 1913 un manual para mujeres embarazadas editado en Estados Unidos aconsejaba: *“Andar es el mejor tipo de ejercicio, una gran mayoría de mujeres en estado de buena esperanza disfruta de paseos largos de 3 o 4 kilómetros, muy pocas llegan hasta los 8 kilómetros, que es el límite máximo normalmente aceptado. Pocos son los deportes al aire libre que pueden aconsejarse incondicionalmente a las futuras mamás. Como la práctica atlética es demasiado violenta y sacude mucho el cuerpo, se considera especialmente peligrosa durante los primeros meses del embarazo. Es preciso evitar cualquier tipo de ejercicio físico violento, excluyendo barrer, fregar, hacer la colada, levantar pesos elevados y subir y bajar escaleras de forma repetida o apresurada. También se desaconseja utilizar máquinas de coser”* (Artal, 1995).

Tal como se puede observar la moderación excesiva gobernaba cualquier tipo de recomendación hacia las gestantes.

Hacia 1935 esa moderación aumentó aún más, el *Modern Motherhood*, uno de los manuales más populares de entonces recomendaba: “ *La futura mamá debe reducir necesariamente todos sus ejercicios habituales debido a la carga extra que transporta.....*”

*...No debe dejarse convencer para realizar largos paseos aunque se suponga que el caminar facilita el parto. Esta superstición tiene cientos de años pero aún no ha sido eliminada.”*

Durante las décadas de los veinte y los treinta aparecieron los primeros programas de ejercicios prenatales con el objetivo de facilitar el parto y reducir las necesidades de medicamentos contra el dolor. Se desarrollaron programas de ejercicios respiratorios y gimnásticos para reducir el dolor durante el alumbramiento por parte del Doctor G. D. Read (Artal, 1995).

Esto, sin lugar a dudas venía a sentar las bases de un cambio a favor de un embarazo más activo y ameno para las mujeres.

Durante las décadas de los cuarenta y los cincuenta, la balanza se inclinó a favor del ejercicio físico moderado durante la gestación. Se comenzó a aconsejar una dosis media de ejercicio para todos como un beneficio para la salud en general, incluidas las mujeres embarazadas. Ya no se le impedía a las mujeres sanas embarazadas que continuasen con una cierta actividad diaria normal, sin excluir tareas de jardinería, paseos diarios, incluso nadar de forma moderada (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

En los años setenta, se produce uno de los fenómenos sociales de nuestro siglo en relación con el ámbito de la salud: el “estar en forma”

(fitness), tanto hombres como mujeres de todas las edades comenzaron a realizar actividades físicas de todo tipo e intensidad, aunque no siempre con un adecuado asesoramiento y conducción profesional. Este fenómeno también se extendió hacia el campo de la gestación y en los años ochenta proliferaron programas de clases especiales de ejercicio físico para embarazadas prometiendo beneficios que en muchos casos no se ajustaban con la realidad.

A esto debíamos añadir la actividad laboral de la gran mayoría de las gestantes, producto de la tan conocida “incorporación de la mujer al mundo del trabajo”, un hecho innegable.

Dadas así las cosas, los expertos comenzaron a cuestionarse si la balanza había vuelto a inclinarse demasiado, esta vez en sentido contrario ¿Era realmente saludable que la mujer embarazada desarrollara tanta actividad física?.

A esta pregunta inicial se añaden otras tales como ¿Qué cantidad de ejercicio conviene hacer? ¿Dónde está el límite superior? ¿Cuáles son los mejores ejercicios? ¿De qué manera afecta el ejercicio físico moderado a los resultados del embarazo? ¿Se puede realizar ejercicio moderado en la etapa final del embarazo?

Indudablemente, resulta imposible dar respuestas inmediatas a todas estas preguntas, no obstante si es posible y necesario establecer, por parte de ciertos profesionales, las bases científicas para ofrecer a la mujer embarazada una gestación activa y saludable.

De ese modo se comenzarán a contestar algunas de las preguntas anteriores.

Actualmente, tanto entre ginecólogos como entre licenciados en CC de la Actividad Física y el Deporte existe la inquietud respecto a las consecuencias que tiene el ejercicio físico durante el embarazo.

Son bien conocidos los efectos beneficiosos que el ejercicio físico tiene sobre la salud en general, aunque no se cuenta con la misma información cuando se refiere a un proceso de notable importancia: el embarazo.

La situación de embarazo posiblemente sea la que mayor cantidad y calidad de modificaciones de diversa índole provoca en el ser humano, estos cambios cobran una superlativa importancia debido a que de su normal desarrollo no solo depende el bienestar de la gestante, sino también el armónico curso del embarazo y, algo aún más trascendental, la salud fetal.

La gestación, por sí sola causa cambios anatómicos y funcionales que tiene una gran repercusión sobre la biología de la mujer. La adaptación materna al embarazo tiene un sentido prospectivo, ya que proporciona las modificaciones necesarias para el desarrollo del huevo y del crecimiento fetal, al tiempo que se preparan los procesos que serán necesarios para el parto y la lactancia (Ezcurdia, 2001).

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 día.

Por su parte, la práctica de actividad física y deporte se revela como el fenómeno sociocultural de nuestra época.

El espíritu del ejercicio físico ha capturado a individuos de todas las edades, incluyendo en ellos a mujeres en edad reproductiva (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1986).

Tradicionalmente, las recomendaciones acerca de la actividad física durante la gestación estuvieron basadas más en cuestiones culturales y sociales que en evidencias científicas (Sternfeld et al, 1995. Sternfeld, 1997).

Ante esta situación y como se explicaba al principio, este fenómeno ha confrontado repentinamente a ciertos colectivos profesionales (médicos, profesionales de la actividad física) con una serie de preguntas: ¿Qué efectos tiene el ejercicio sobre madre y feto? ¿Qué tipo de ejercicio físico es el apropiado? ¿Cuáles son las gestantes que pueden realizar actividad física? Y finalmente, ¿Es necesario o desaconsejado el ejercicio durante el embarazo?.

A la hora de buscar respuestas a estas preguntas, la información sobre la repercusión del ejercicio físico y el deporte sobre el desarrollo de la gestación es limitada (Slavin et al, 1998). Cuando una mujer consulta sobre la conveniencia o no de practicar un deporte durante el embarazo, se debe conocer si el ejercicio físico tiene un efecto positivo o negativo sobre el mismo y cuales son los ejercicios y deportes que pueden realizar las gestantes (Ezcurdia, 2001).

Más aún cuando día a día, son más las mujeres que desean continuar ejercitándose de alguna forma, durante su embarazo (Kardel & Kase, 1998. Slavin et al, 1998).

## **1.2. Cambios relevantes que se producen en la mujer gestante relacionados con la actividad física**

### **1.2.1. Modificaciones extragenitales**

#### **1.2.1.1. Aparato circulatorio:**

Dos hechos fundamentales se han de tener en cuenta:

- El aumento de solicitaciones debido al constante desarrollo del feto.
- El desplazamiento hacia arriba de ciertas estructuras como consecuencia del aumento en el tamaño del útero.

Ante estos factores, durante el embarazo el corazón aumenta de tamaño y es desplazado hacia arriba y hacia la izquierda, girando sobre su eje longitudinal, al elevarse progresivamente el diafragma.

El gasto cardíaco (producto del volumen sistólico por la frecuencia cardíaca) aumenta de un 30% a un 40% desde el inicio del primer trimestre hasta el final de la gestación, como consecuencia del incremento de la frecuencia cardíaca (desde 70 lat/min en la no gestante hasta 85 lat/min al final del embarazo) y del leve aumento del volumen sistólico. Se modifica por la posición materna, siendo más alto en decúbito lateral que en decúbito supino.

La tensión arterial sistólica se modifica poco, con tendencia a la disminución en los dos primeros trimestres.

La resistencia vascular periférica disminuye, con lo que se produce una modificación en la tensión arterial. La tensión arterial diastólica disminuye en el primer y segundo trimestre, y en el tercer trimestre retorna a los valores previos a la gestación.

El aumento de la presión venosa en las extremidades inferiores (presión venosa femoral), es debido a la compresión del útero grávido sobre la vena cava inferior. Este hecho puede explicar la aparición de edemas maleolares; de varices en extremidades inferiores y la presencia de hemorroides y de varices vulvares.

La oclusión de la vena cava inferior por el útero grávido, cuando la mujer adopta la posición decúbito supino, disminuye el retorno venoso al corazón. Como vías alternativas, el flujo sanguíneo se dirige hacia las venas lumbares-paraespinales y el sistema ácigos. Se estima que un 5% de las gestantes, al final del embarazo, presentan síncope y bradicardia cuando adoptan la posición decúbito supino (síndrome supino-hipotensivo). Ocurre cuando falla el sistema de retorno colateral, ya mencionado.

Las modificaciones cardiovasculares que ocurren durante el embarazo no suponen un riesgo para la mujer sana. Sin embargo, en una mujer con cardiopatía, estas modificaciones pueden ser peligrosas.

En su origen existen tres factores:

- 1) Causas hormonales, ya que los esteroides se fijan a los receptores del miocardio y estimulan la formación de la proteína contráctil.
- 2) Causas volumétricas, por el aumento del volumen plasmático durante el embarazo.
- 3) Necesidades nutritivas, ya que las demandas para el desarrollo y crecimiento fetal se satisfacen mejor con una circulación hipercinética que facilite los mecanismos de intercambio.

### **1.2.1.2. Cambios hematológicos:**

El volumen de sangre aumenta un 45% (1800 ml), tanto por un incremento de la volemia (más o menos 1500 ml) como de la citemia (más o menos 350 ml). Esta "hemodilución" mantendrá el flujo útero-placentario adecuado.

El aumento en la masa de glóbulos rojos, más los requerimientos feto-placentarios de hierro, representan una necesidad de 1 gramo de hierro diario adicional durante todo el embarazo. Esta necesidad es más ostensible a partir de la segunda mitad de la gestación. Se considera anemia durante el embarazo a una concentración de hemoglobina inferior a 11 gr / 100 ml. El embarazo normal en una mujer con un déficit de reservas férricas, puede conducir a una anemia ferropénica.

Durante el embarazo, existe una disminución de folatos, imprescindible, por otro lado para un buen desarrollo fetal, siendo aconsejable que una mujer que desea quedarse embarazada tome cierta cantidad de ácido fólico unos meses antes de iniciar la gestación.

Se produce un estado de hipercoagulabilidad (aumento del fibrinógeno y otros factores de la coagulación). Estos cambios son básicos para la coagulación en el momento del alumbramiento. El aumento del fibrinógeno plasmático justifica la elevación de la velocidad de sedimentación globular.

Se establece una ligera Leucocitosis, estimada en 9000-10000/mm<sup>3</sup> en el 20% de las gestantes.

Los linfocitos descienden en número y en porcentaje absoluto durante el embarazo, sobre todo en sus comienzos.

### **1.2.1.3. Cambios respiratorios:**

Los requerimientos fisiológicos y las modificaciones normales que se dan lugar en la gestación incluyen una estrecha interacción entre las funciones cardiovasculares y respiratorias.

El mecanismo por medio del cuál tanto el oxígeno como el dióxido de carbono son transportados, en ambos sentidos, entre la atmósfera y las células maternas y fetales es complejo (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Los cambios en el sistema respiratorio provocan alteraciones de orden anatómico y funcional, estos cambios son de carácter temprano debido a la influencia hormonal y a los paulatinos cambios volumétricos. Estas modificaciones incluyen variaciones en las dimensiones pulmonares, sus capacidades y los mecanismos respiratorios (Wolfe et al, 1989a).

El tracto respiratorio superior es a menudo afectado por cambios en la mucosa de la nasofaringe, por ejemplo hiperemia, edema y una excesiva secreción, estos cambios son causantes de síntomas obstructivos para el mecanismo de una normal respiración (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Por otro lado, como resultado de la expansión del útero, la posición diafragmática media durante la postura de pie es elevada 4 cm. (Alaily & Carrol, 1978). A medida que progresa el embarazo, el útero en crecimiento va aumentando la presión intra-abdominal y las costillas se horizontalizan (De Miguel & Sánchez, 2001. Wolfe et al, 1989a).

Esto es compensado por un incremento de aproximadamente 2 cm. en los diámetros anteroposterior y transversal de la caja torácica. El ángulo subesternal también es aumentado en alrededor de 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. (Alaily & Carrol, 1978; Wolfe et al, 1989a).

Al comienzo del embarazo la mujer respira más profundamente pero no con mayor frecuencia, justamente por la acción de la progesterona. Como consecuencia la ventilación alveolar aumenta por encima de los valores previos a la gestación. El volumen de reserva espiratorio disminuye, pero la capacidad vital se mantiene, por un ligero aumento de la capacidad inspiratoria (Alaily & Carrol, 1978. Knuttgen & Emerson, 1974), esto es debido a un mayor volumen tidal (De Miguel, 2001).

El estado de embarazo se caracteriza por un aumento del orden del 10-20% en el consumo de oxígeno y una reducción en la PCO<sub>2</sub>. Aumenta el volumen corriente mientras que disminuye el volumen residual y la capacidad residual funcional (Alaily & Carrol, 1978. Knuttgen & Emerson, 1974. De Miguel & Sánchez, 2001. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

La combinación entre la reducida capacidad funcional residual y el incremento en el consumo de oxígeno tiene como resultado unas reservas de oxígeno reducidas (De Miguel & Sánchez, 2001. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Por otra parte se produce un mayor gasto de oxígeno en la respiración debido a un aumento en el trabajo diafragmático (Wolfe et al, 1989a).

Asimismo aumenta la ventilación/minuto, produciéndose una alcalosis respiratoria, también en este caso por acción de los estrógenos y la progesterona (Artal, 1995).

A pesar de producirse esta alcalosis respiratoria, el estado ácido-base es mantenido por una acidosis metabólica compensatoria.

El pH arterial permanece en valores de 7.44 como resultado de la alcalosis respiratoria primaria y este mecanismo de acidosis compensatorio (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

El principal propósito de estos mecanismos respiratorios maternos es reducir la PCO<sub>2</sub> arterial y como fruto de ello generar una suave alcalosis materna que asegura el intercambio gaseoso placentario y actúa como prevención de la acidosis fetal (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

#### **1.2.1.4. Cambios metabólicos:**

En un análisis global se observa que los procesos metabólicos normales se ven alterados durante el embarazo para adaptarse a las necesidades del feto en desarrollo.

Aumenta el consumo de oxígeno así como el contenido proteínico en los tejidos del cuerpo. Los carbohidratos se acumulan en el hígado, músculos y placenta; bajo la piel aparecen algunos depósitos de grasa, en

especial en la zona de pecho y nalgas, aumentando también la concentración de ciertos tipos de colesterol y de grasa en sangre.

En el cuerpo gestante se acumulan, asimismo, sales de varios minerales esenciales para el desarrollo normal del feto, entre las que se incluyen calcio, fósforo, potasio y hierro.

A todo esto se debe unir el hecho de que los cambios hormonales favorecen la retención de agua en los tejidos (Artal, 1995).

**Ganancia de peso:** El aumento de peso es uno de los cambios más evidente durante el embarazo. La ganancia promedio al final de la gestación es de unos 12,5 kg., con variaciones individuales. Al aumento materno de peso contribuyen una serie de factores (tabla I).

De los parámetros citados en la tabla I, el líquido intersticial y el aumento de tejido graso de depósito son los factores que pueden tener mayores variaciones durante la gestación.

	Aumento de peso en gramos			
	10 sem	20 sem	30 sem	40 sem
<b>FETO</b>	5	300	1500	3400
<b>PLACENTA</b>	20	170	430	650
<b>LIQUIDO AMNIÓTICO</b>	30	350	750	800
<b>ÚTERO</b>	140	320	600	970
<b>MAMAS</b>	45	180	360	405
<b>SANGRE</b>	100	600	1300	1250
<b>LÍQUIDO INTERSTICIAL</b>	0	30	80	1680
<b>DEPÓSITOS DE GRASA</b>	310	2050	3480	3345
<b>AUMENTO TOTAL</b>	650	4000	8500	12500

*Tabla I: Análisis del aumento de peso materno durante el embarazo  
(De Miguel & Sánchez, 2001)*

El aumento ponderal determinado por el incremento de las reservas de grasa posee una extraordinaria variabilidad. Cuando la ganancia es de 11 kg. el depósito de grasa promedio al final de la gestación es de 1800 gr., pero puede ser mucho más alto (3-4 o incluso más kg. en ganancias de peso de 13-15 kg., ser nula, o incluso negativa; es decir que la mujer durante la gestación consume la grasa de reserva que previamente había acumulado.

En las mujeres sanas, en la primera mitad de la gestación (fase anabólica), la ganancia ponderal observada corresponde al acumulo de los depósitos grasos y a las modificaciones en el organismo materno, siendo porcentualmente poco importante la contribución que realiza al total la ganancia de peso fetal. Conforme progresa el embarazo, la ganancia de peso se debe fundamentalmente al crecimiento fetal y menos a las modificaciones en el organismo materno. Las reservas grasas acumuladas en la primera mitad se utilizan durante el tercer trimestre, fundamentalmente en las últimas cuatro semanas de gestación (González et al, 2001).

La ganancia ponderal durante la gestación tiende a ser menor cuanto mayor es el índice de masa corporal previo; es decir, cuanto mayor es el depósito de grasa de una mujer cuando queda embarazada. Y será mayor cuanto menor es el índice de masa corporal; es decir, cuanto menor es el depósito de grasa que existe cuando queda embarazada.

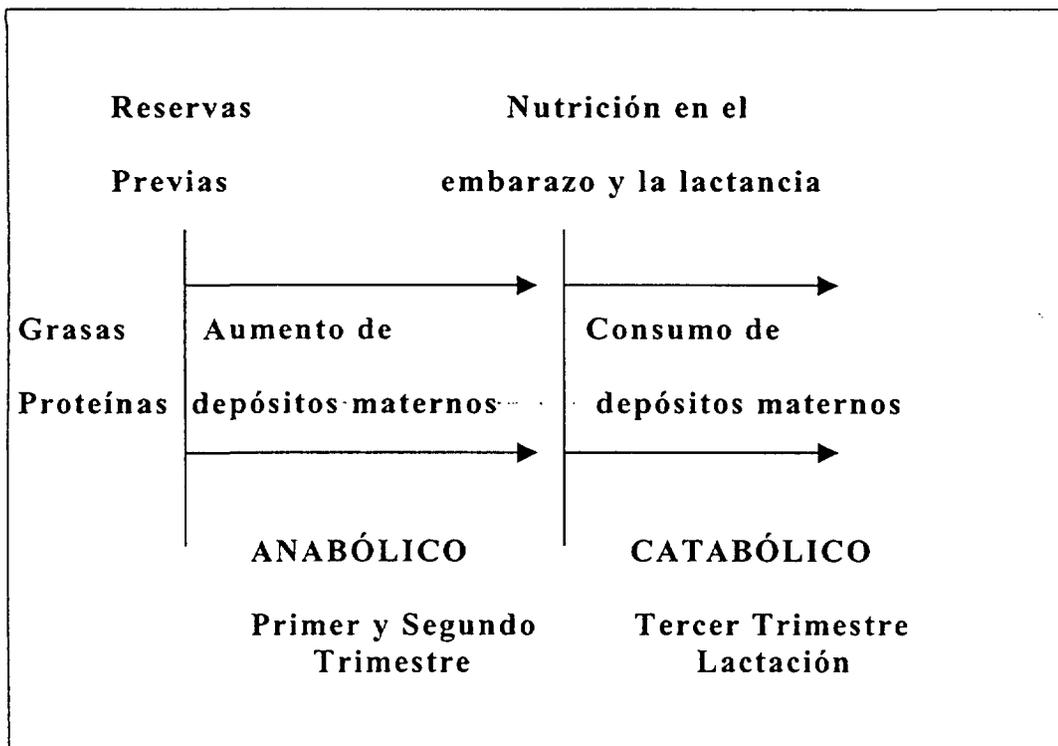


Fig. 1: Fases anabólicas y catabólicas durante el embarazo  
(De Miguel & Sánchez, 1993)

**Metabolismo de los hidratos de carbono:** En la mujer no diabética, el embarazo se asocia con profundos cambios metabólicos, que pueden ser estudiados tanto en situación de ayuno como postprandial.

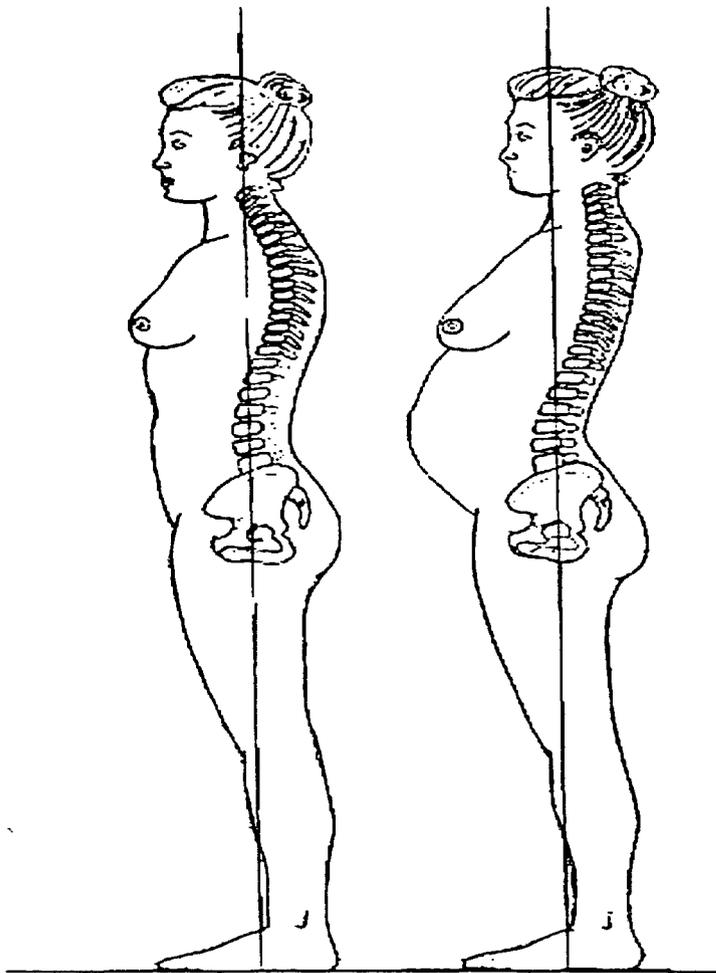
Tras el ayuno nocturno, los niveles de glucosa son más bajos que los de la mujer no gestante, con preferencia en los trimestres segundo y tercero. El descenso de la glucosa disminuye el nivel de insulina, lo que exagera la cetosis por inanición. Por ello tras el ayuno, durante el embarazo, los niveles de ácido beta-hidroxibutírico y ácido acetoacético son mayores que en la mujer no gestante. Así pues, la gestante en ayunas tiene tendencia a la hipoglucemia, hipoinsulinemia e hipercetonemia. Las razones que explican la hipoglucemia en ayunas son la difusión facilitada de la glucosa desde la madre hacia el feto y la existencia de un mayor volumen de distribución materna para la glucosa (González et al, 2001).

### 1.2.1.5. Aparato locomotor:

Los cambios en el aparato locomotor son responsables de muchos síntomas comunes durante el embarazo:

Parestesias y dolor en las extremidades superiores como consecuencia de una acentuada lordosis cervical y hundimiento del cinturón escapular; es frecuente en el tercer trimestre.

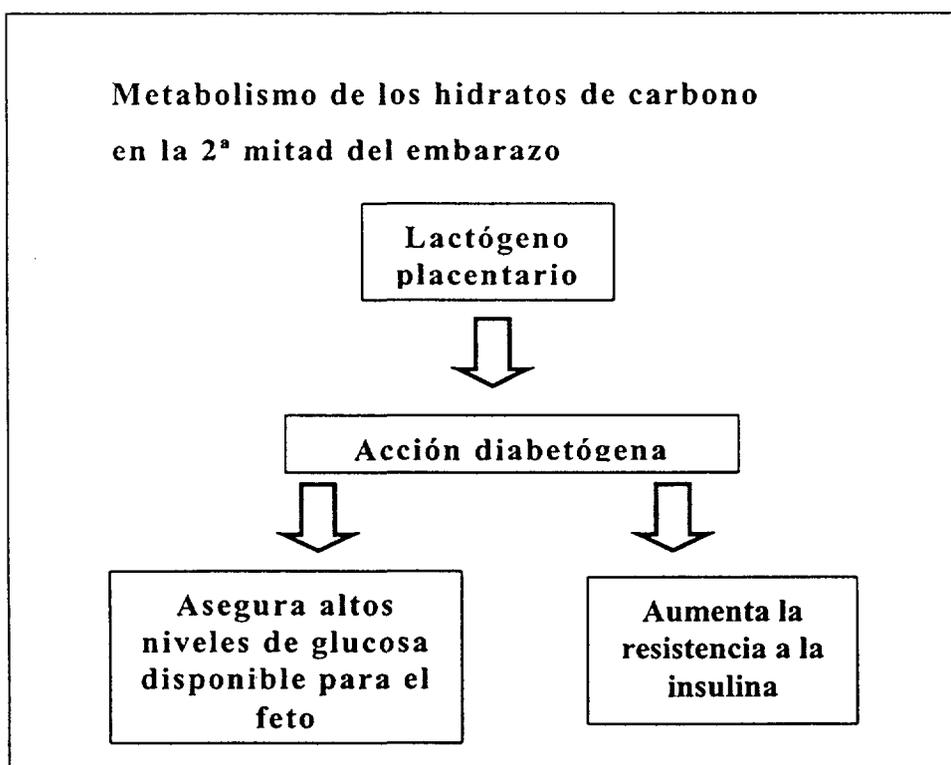
La hiperlordosis del embarazo, se ha considerado como una compensación del desplazamiento del centro de gravedad corporal de la gestante motivado por crecimiento uterino (Wang & Apgar, 1998. De Miguel & Sánchez, 2001).



*Fig. 3: Desplazamiento del centro de gravedad (Wang & Apgar, 1998)*

En el estado postprandial, la respuesta materna se caracteriza por hiperinsulinemia, hiperglucemia, hipertriglicerinemias, y sensibilidad disminuida a la insulina (resistencia a la insulina).

El embarazo es, por lo tanto, una experiencia diabetógena. Los factores responsables de este efecto diabetógeno son las hormonas placentarias (lactógeno-placentario), sobretodo a partir de la segunda mitad del embarazo.



*Fig. 2: Metabolismo de los hidratos de carbono en la segunda mitad del embarazo (González et al, 2001)*

**Metabolismo de las grasas:** Los lípidos plasmáticos aumentan en la segunda mitad del embarazo. Este incremento afecta a los lípidos totales, colesterol, fosfolípidos y ácidos grasos libres.

Hoy se considera que esta hiperlordosis es tan sólo aparente, ya que la gestante compensa el desvío de su centro de gravedad, no mediante una hiperlordosis, sino desplazando hacia atrás todo el eje cráneo-caudal.

Esta nueva posición puede causar una lumbalgia, sobretodo si existe una deficiente higiene postural. En ocasiones se origina una lumbociática por compresión del nervio ciático, cursando con dolor e incapacidad funcional.

Síndrome del túnel carpiano, cuya causa es la compresión del nervio mediano a su paso por el túnel del carpo, en la cara anterior de la muñeca. Se caracteriza por dolor y parestesias en el territorio inervado por el nervio mediano, por lo general de aparición nocturna, que revierte después del parto.

Los músculos rectos del abdomen se separan de la línea media, creando una diastásis de los rectos de extensión variable. En ocasiones es tan importante que el útero sólo se halla recubierto por una delgada capa de peritoneo, fascia y piel.

La movilidad de las articulaciones sacroilíacas es debida a la acción hormonal. La relajación articular puede originar algias difusas. Al final de la gestación se pueden producir parestesias en las extremidades inferiores (muslo y dorso de la pierna), como consecuencia de los cambios compresivos (edema de las vainas, cabeza fetal). Esto último condicionará sin duda la cantidad y calidad de actividad física que una gestante pueda realizar en esa etapa final del embarazo.

#### **1.2.1.6. Modificaciones dermatológicas:**

Casi todos los cambios fisiológicos que tienen lugar en la piel durante el embarazo se producen por cambios hormonales. Las principales modificaciones son:

Aumento generalizado de la vascularización, apareciendo una circulación colateral (abdomen y mamas).

Angiomas o “arañas vasculares”, en forma de pequeñas lesiones vasculares constituidas por una arteriola que se ramifica en la epidermis.

El eritema palmar, se observa en el 76% de las gestantes, afectando a las eminencias tenar, hipotenar y zona media palmar; luego desaparecen en el puerperio.

Las varices, aparecen en el 50% de las gestantes, preferentemente en extremidades inferiores, mucosa rectal (hemorroides), vulva y vagina.

#### **1.2.1.7. Sistema endocrino y cambios hormonales:**

El embarazo es un período de actividad hormonal muy intensa. Algunas hormonas normalmente segregadas por el organismo se producen ahora en mayor cantidad, mientras que otras son nuevas en este período.

La pituitaria (una pequeña glándula situada en el centro del cerebro) aumenta dos o tres veces su tamaño ya que sus células productoras de hormonas se dividen y agrandan.

Además dos nuevos órganos comienzan a liberar hormonas: el cuerpo lúteo y la placenta.

El cuerpo lúteo, formado en los ovarios durante la ovulación, suele desaparecer durante el ciclo menstrual, no obstante cuando la mujer se queda embarazada, por el contrario, permanece activo y libera progesterona, gonadotropina coriónica humana (GCh), estrógeno y otras hormonas.

Debido a que la progesterona bloquea el desarrollo de los folículos (la estructura del ovario que produce el óvulo) la mujer deja de menstruar. El cuerpo lúteo es activo, por lo general, durante las primeras semanas de embarazo, mientras que la placenta interviene más adelante.

La hormona GCh, que aparece tan sólo durante el embarazo y es producida básicamente durante los tres primeros meses, es responsable de gran cantidad de los síntomas molestos propios del embarazo, como las náuseas; cuando su producción remite los síntomas también desaparecen.

Por otra parte la glándula adrenal actúa aumentando la concentración de cortisol plasmático durante el embarazo. La secreción de adrenalina y noradrenalina no se modifica durante la gestación, aunque aumenta durante el parto.

El hipotálamo (una parte del cerebro) y la tiroides también aumentan su tamaño, lo cuál ocasiona la siguiente actividad hormonal:

- Hipófisis: La producción de prolactina aumenta durante todo el embarazo y la secreción de la hormona del crecimiento es inhibida. La oxitocina es liberada durante el parto para estimular las contracciones uterinas.

- **Tiroides:** El metabolismo basal y la producción de hormona tiroidea en sangre aumentan, pero la función tiroidea es básicamente normal durante el embarazo.

Por otra parte el páncreas incrementa su tamaño.

## **1.2.2. Cambios genitales y mamarios:**

### **1.2.2.1. Útero:**

El útero experimenta modificaciones durante el embarazo para cumplir dos funciones:

a) Ser el órgano de la gestación; en su interior se desarrolla el feto y su flujo sanguíneo aporta los elementos respiratorios y nutritivos necesarios para el crecimiento fetal.

b) Ser el motor del parto; el útero es un potente órgano contráctil que genera la fuerza necesaria para lograr la expulsión del feto durante el parto.

El útero es un órgano pequeño, con una cavidad prácticamente virtual que durante la gestación se transforma en un saco muscular que contiene en su interior el feto, la placenta y el líquido amniótico. El peso del útero no gestante es de unos 50-70 grs. y su capacidad de unos 10 ml; al final de la gestación alcanza un peso de unos 1000 grs. y su cavidad tiene una capacidad de unos 5000 ml.

Las modificaciones uterinas, tanto a nivel fúndico-corporal como a nivel cervical, explican el sinergismo en el inicio del trabajo de parto: el útero gestante relajado contiene el producto de la concepción, al tiempo que el cervix, cerrado, retiene al feto; al inicio del trabajo de

parto, el útero se contrae, expulsando al feto, aspecto que está favorecido por el borrado y la dilatación cervical.

#### **1.2.2.2. Ovario:**

Durante la gestación cesa la maduración folicular y la ovulación.

#### **1.2.2.3. Vagina:**

La vagina aumenta su vascularización, adquiriendo una coloración rojo vinosa y su contenido en tejido conectivo, lo que produce un reblandecimiento extremo, hecho que facilita la distensión durante el trabajo de parto. La secreción vaginal aumenta, sobretodo al final de la gestación.

#### **1.2.2.4. Glándula mamaria:**

Durante el embarazo existe una mastalgia, que refiere la mujer coincidiendo con su primera falta menstrual. A partir del 2do mes las mamas aumentan de tamaño, por la acción esteroidea, y se hacen visibles unas finas venas bajo la piel (red venosa de Haller).

## **1.3. Cuadros más frecuentes relacionados con las modificaciones producidas por el embarazo**

### **1.3.1. Cardiovasculares**

#### **Edema de los pies:**

Se trata de un edema postural secundario, debido a la dificultad del retorno venoso por la compresión del útero gestante.

Generalmente desaparece con el reposo, se debe evitar la bipedestación prolongada, o la posición sentada durante períodos de tiempo largos, así como evitar la compresión de las extremidades.

#### **Hipotensión decúbito:**

La provoca la compresión de la vena cava inferior por el útero gestante cuando la mujer cuando la mujer adopta el decúbito supino, que causa reducción del flujo sanguíneo, útero-placentario y renal.

Se debe tratar de evitar estar un tiempo excesivo en posición decúbito supino y adoptar el decúbito lateral.

#### **Varices:**

La causa hay que buscarla una vez más en la deficiente capacidad de retorno venoso provocada por la compresión del útero gestante, también en la disminución del tono de la pared venosa debido a la acción hormonal característica del estado de embarazo, esto va unido al aumentado volumen de sangre circulante.

Esta complicación se ve favorecida por la obesidad, multiparidad y trabajos en los que se permanecen largos períodos de pie.

En este caso se recomienda un programa de actividad física que incluya paseos cortos, ejercicios de flexión extensión de miembros

inferiores, junto con movimientos de rotación de tobillos, masajes ascendentes desde el pie hacia la cadera (justamente para favorecer el empobrecido retorno venoso) y reposo con las piernas en alto.

### **1.3.2. Digestivos**

#### **Estreñimiento:**

Se produce debido a un aumento en la reabsorción de agua y sodio por la mucosa del colon, consecuencia también por la acción hormonal (aumento importante de progesterona o aldosterona).

Se debe disponer de una dieta rica en fibras (cereales, frutas y vegetales frescos). El ejercicio moderado también puede ayudar.

#### **Hemorroides:**

Compresión extrínseca del drenaje venoso por el útero gestante. El estreñimiento favorece su aparición.

Se recomienda una alimentación sana evitando las especias fuertes y las bebidas alcohólicas, higiene local y pomadas con antiinflamatorios y anestésicos para evitar los síntomas extremadamente incómodos.

### **1.3.3. Respiratorios**

#### **Disnea del embarazo:**

Se trata de una adaptación propia del embarazo provocada en gran parte por la acción hormonal.

No existen medidas preventivas específicas para su tratamiento. Aunque ante su aparición se recomienda asumir una postura corporal correcta y reducir, en su caso, el ejercicio.

### **1.3.4. Músculo-esqueléticos**

#### **Calambres nocturnos:**

Se produce como consecuencia de una compresión de los nervios de las extremidades inferiores, además de una situación de fatiga e insuficiencia de la circulación periférica.

Se debe realizar una restricción en la ingesta de fosfatos y aumentar la de calcio. Ello unido a un correcto programa de flexibilidad muscular adaptado a la situación de embarazo.

#### **Dolor lumbar y pélvico:**

La causa más significativa son los cambios en la incurvación de la columna vertebral y una contracción de los músculos paravertebrales.

Se debe utilizar calzado cómodo y desarrollar un programa de ejercicios para fortalecer el grupo muscular paravertebral.

## 1.4. Capacidad de practicar ejercicio durante el embarazo:

Además de conocer todas las modificaciones que la gestación produce en el organismo de una mujer, resulta interesante saber en que medida se encuentra preparado ese organismo para la realización de ejercicio físico, sin olvidar el tipo de ejercicio físico que se trata, es decir ejercicio aeróbico programado, conducido y de carácter moderado.

Otro ámbito de importancia es analizar cómo reaccionan los diferentes sistemas corporales de la propia gestante durante la realización de actividad física y los mecanismos que se ponen de manifiesto, pero eso será analizado en el siguiente apartado.

Con relación a las modificaciones producidas por el embarazo en los distintos parámetros fisiológicos, por ejemplo la frecuencia cardíaca, los valores correspondientes a ésta durante el ejercicio moderado demuestran que esta capacidad se mantiene bien.

Por otro lado la modificación que la gestación ocasiona en el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) podría afectar a la práctica de ejercicio de carácter intenso (Clapp & Capeless, 1991a), pero cuando se trata de actividad moderada con ejercicios que no exigirán, en ningún caso, una potencia aeróbica máxima, esta capacidad tampoco se ve significativamente afectada.

Sin embargo el peso extra arrastrado que significa la situación de embarazo se añade, lógicamente a la carga propia del ejercicio, así, en un sentido práctico, la capacidad de esfuerzo queda aparentemente reducida en algunas actividades. Este efecto se ve potenciado por aspectos de índole somáticos y psíquicos, por ejemplo la "Percepción del

esfuerzo realizado” es uno de los factores que se ven alterados, subjetivamente, la mayoría de las mujeres sienten que no pueden mantener los mismos niveles de esfuerzo que desarrollaban antes del embarazo (Slavin et al, 1998).

Ahora bien, ciertos estudios realizados teniendo como referencia ejercicio de tipo moderado ofrecen datos fisiológicos que sugieren que la capacidad de realizar ejercicio en mujeres embarazadas no entrenadas se encuentra levemente reducida, sin cambios o levemente mejorada con respecto a mujeres no gestantes (Wolfe et al, 1989a. McMurray et al, 1993).

Con relación a mujeres entrenadas, debemos tener en cuenta que como principal precaución, ellas mismas reducen la intensidad de su entrenamiento durante el embarazo; no obstante ciertos estudios sugieren que esta capacidad de entrenamiento se encuentra mínimamente mejorada o al menos en el mismo nivel (Sternfeld, 1997).

Un breve análisis merecen los efectos que el ejercicio aeróbico regular produce en el estado no gestante y su comparación con el estado gestante.

Entre una extensa gama de adaptaciones fisiológicas, el ejercicio aeróbico practicado de manera regular y programada genera un aumento en el VO<sub>2</sub> y un moderado descenso en la frecuencia cardíaca, lo que en definitiva ocasiona una mayor capacidad aeróbica y un incremento en la capacidad de realizar actividad física (Sternfeld, 1997).

Por otro lado en el estado de embarazo, el costo energético de las actividades físicas en las que se realiza un movimiento corporal con desplazamiento y sin ningún tipo de apoyo se ve incrementado por la ganancia de peso propia del embarazo. Esto, unido a los cambios hematológicos cardiovasculares también producidos por la gestación como aumentos en el volumen de sangre, volumen sistólico y en la masa de glóbulos rojos podrían actuar elevando el nivel del  $VO_2$  tanto absoluto como relativo, inclusive en ausencia de ejercicio físico (Lotgering, Gilbert & Longo, 1984).

Por lo tanto, si el nivel de actividad física decrece durante el embarazo, esto podría no ser evidente, sobre todo en mujeres con un nivel alto de entrenamiento, por otra parte, la combinación entre ejercicio físico aeróbico y embarazo podría ser una ayuda para mantener o incluso mejorar el  $VO_2$ , particularmente entre mujeres con hábitos de actividad física sedentarios previos a la gestación (Sternfeld, 1997).

En un interesante trabajo realizado por Mottola y Wolfe ("The pregnant athlete") nos ofrecen dos cuadros muy sugerentes a modo de visión global de los hipotéticos riesgos del ejercicio físico durante el embarazo, por un lado (figura 4) y de los mecanismos de adaptación fetales y maternos que actúan como protectores (figura 5) por otro lado; siempre hablando, claro está de ejercicio aeróbico moderado (Mottola & Wolfe, 2000).

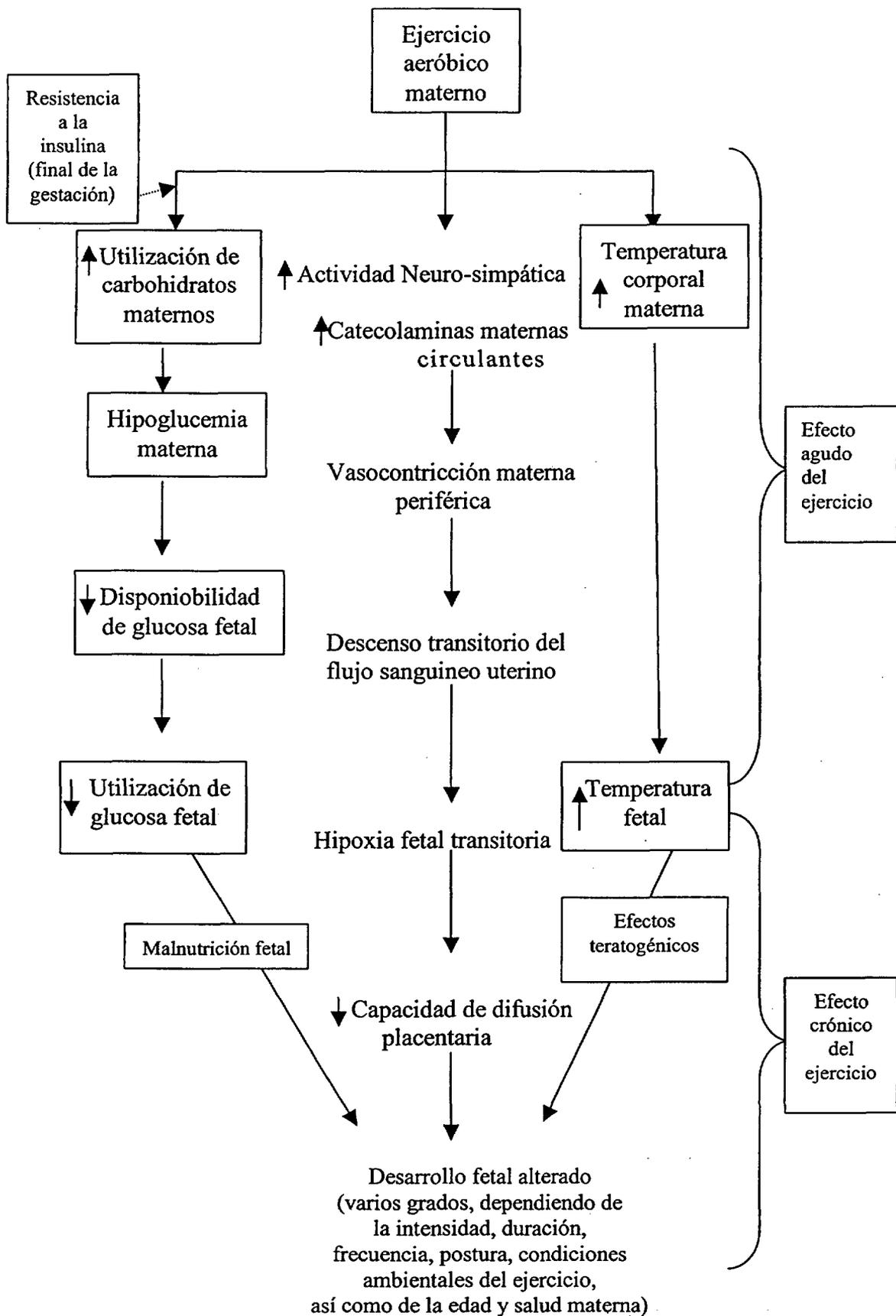


Fig. 4: Hipotéticos riesgos del ejercicio en el desarrollo fetal (Mottola & Wolfe, 2000)

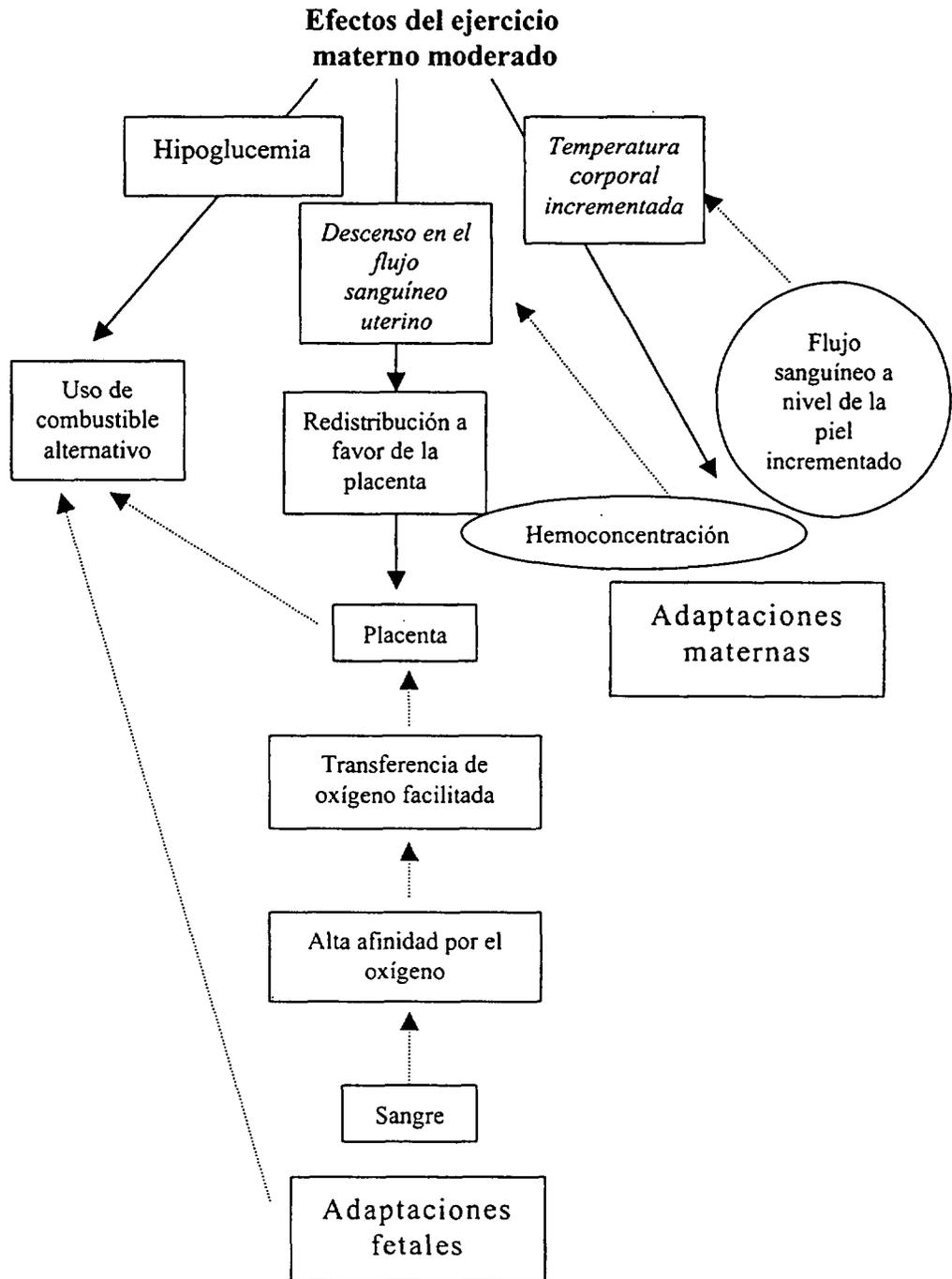


Fig. 5: Mecanismos fotoprotectores de equilibrio para el ejercicio de moderada intensidad (Mottola & Wolfe, 2000)

## **1.5. Resultados del embarazo:**

Posiblemente sean los resultados del embarazo, las pruebas más claras y objetivas con la que nos encontraremos a la hora de valorar la influencia del ejercicio físico programado en el desarrollo de la gestación.

Cuando una mujer da a luz se obtienen una serie de resultados objetivos que son los que generan las bases y fundamentos de posteriores conclusiones, que bien pueden estar encuadradas a favor o en contra de la realización de ejercicio físico durante el embarazo.

Con la observación y análisis de los resultados del embarazo tomamos contacto con uno de los aspectos más relevante de los estudios que se ocupan de la relación entre la actividad física y la gestación y que es el motor de esta investigación: beneficios y riesgos del ejercicio durante la gestación.

Como decíamos, por un lado están los teóricos beneficios:

- Mejora de las capacidades metabólicas y cardiopulmonares que genera el ejercicio.
- Prevención contra la excesiva ganancia de peso materno.
- Mejora en los dolores lumbares y los provocados por los hábitos posturales propios del embarazo.
- Tolerancia a la glucosa.
- Mayor tolerancia a la ansiedad o la depresión.
- Evitar un excesivo peso de nacimiento y, por ende, lograr un trabajo de parto más sencillo.

- Mejora del concepto de imagen corporal (Wolfe et al, 1989b. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

En contrapartida, se puede agrupar los posibles riesgos de la actividad física excesiva durante el embarazo:

- Crecimiento intrauterino retardado (Mottola & Wolfe, 2000).
- Alteración en el desarrollo fetal (Mottola & Wolfe, 2000).
- Tiempo de gestación disminuido (Wolfe et al, 1989b).

A la hora de analizar los resultados del embarazo, la gran mayoría de los trabajos en este ámbito se ocupan de los siguientes parámetros:

- Tiempo de gestación o edad gestacional (en semanas).
- Ganancia de peso corporal materno (en kg.).
- Tiempo de las etapas del parto (en horas o minutos).
- Tipo de parto.
- Resultados propios del recién nacido:
  - Peso
  - Talla
  - Test de APGAR del recién nacido

No son éstos los únicos parámetros valorables, existen una extensa gama de factores que se pueden medir, tales como evolución de la tensión arterial materna a lo largo de la gestación, nivel de hemoglobina materna previo al parto, perímetro craneal del recién nacido/a, pH del cordón umbilical, etc. (Wolfe et al, 1989b. Sternfeld, 1997).

Las investigaciones realizadas en el campo de la actividad física y el embarazo se dividen claramente en dos ámbitos bien diferenciados, por un lado aquellas que miden variables de corte más fisiológico

(parámetros cardiovasculares, respuestas hormonales, respuestas respiratorias) y por otro los estudios que se ocupan de los resultados del embarazo como se destacaba anteriormente.

Se hace importante aclarar, como dice Sternfeld que en los últimos años los trabajos relacionados con el campo puramente fisiológico han sido muchos más que los correspondientes a los resultados del embarazo, lo cuál, sin lugar a dudas ha creado y crea una falta general de consenso en este ámbito (Sternfeld et al, 1995).

Es evidente, que esto último sirve como justificación de nuestra propuesta de trabajo, como se verá en su apartado correspondiente.

Ahora bien, a la hora de tener en cuenta las conclusiones aportadas por otros autores encontramos, investigaciones de variado diseño y estructura que se irán resumiendo.

Consideración aparte merecen los estudios realizados en animales y aquellos trabajos basados en actividades ocupacionales y/o laborales, a pesar de que éstos no se identifican plenamente con nuestro trabajo, hemos hecho breve mención de ellos.

## **1.5.1. Resultados maternos**

### **1.5.1.1. Ganancia de peso materno:**

En lo referente a los parámetros estudiados, la ganancia de peso materno es uno de los destacados; por otra parte, como se destaca en el apartado de modificaciones metabólicas, es uno de los cambios relevantes de la mujer embarazada, ya que es además un factor de mucha

influencia en otras modificaciones de orden locomotor, hormonal y respiratorio.

Parece existir un acuerdo entre los profesionales de la medicina en considerar los límites de una escasa ganancia de peso materno por debajo 9 kg. y una excesiva ganancia por encima de 14 kg. (Gonzalez et al, 2001. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

#### **1.5.1.2. Edad gestacional:**

Un embarazo a término es el que se corresponde con 40 semanas de gestación (sus límites son entre la 38 y la 41 semanas).

El parto prematuro se define por la OMS, como la finalización del embarazo que ocurre después de la 22 semana y antes de las 37 semanas de gestación cumplidas, considerado desde el primer día de la FUR (fecha de la última regla) y es independiente del peso al nacimiento.

La tasa de prematuridad varía ampliamente pero en general, las cifras oscilan entre un 5-15% de los nacimientos.

Factores de muy diversa índole se han asociado a un aumento de riesgo de parto pretérmino, la mayoría de los cuales no son modificables mediante una acción preventiva o terapéutica. Alguno de los factores de riesgo pueden considerarse como etiológicos per se, mientras que otros actuarían a través de terceros o serían simples marcadores poblacionales. Hasta un 30-65% acaban catalogándose como de causa desconocida:

1. Bajo nivel socioeconómico: diversos estudios han puesto de manifiesto una fuerte asociación entre bajo nivel y mayor incidencia de PPT (parto pretérmino) (Monleón et al, 2001).

2. Raza: La incidencia es doble en mujeres de raza negra, no influida por razones socioeconómicas ya que se mantiene para cada estrato social.
3. Edad: La incidencia es mayor en edades extremas. Por debajo de los 20 y por encima de los 35.
4. Nivel nutricional: Un bajo peso preconcepcional así como un incremento ponderal insuficiente son factores de riesgo: Un peso preconcepcional inferior a 50 kg. triplica el riesgo.
5. Estado social: La frecuencia es más elevada en mujeres solteras.
6. Antecedentes de PPT (parto pretérmino) y abortos tardíos previos.
7. Factores médicos previos (miomas, malformaciones uterinas...).
8. Complicaciones del embarazo (Infecciones, preeclampsia, diabetes gestacional, embarazo múltiple, polihidramnios...).
9. Estrés psicológico o físico: Las actividades laborales que supongan un estrés importante o las que exijan una actividad física extenuante comportan un aumento del riesgo de parto pretérmino (Monleón et al, 2001). Sin embargo, según diversos autores, la práctica habitual de ejercicio moderado o intenso no aumenta el riesgo de parto pretérmino (Ezcurdia, 2001).

En relación al último factor, uno de los riesgos probables se origina en el hecho de que la práctica de ejercicio físico produce una determinada liberación de catecolaminas, éstas podrían ser las causantes de una elevación en la actividad uterina (contracciones); ahora bien, en referencia a esta posibilidad no se ha observado aumento de actividad uterina en las últimas ocho semanas de embarazo (Veille et al, 1985), en

las cuáles se podría originar un nacimiento pretérmino. Incluso existen estudios que hablan de la desaparición del llamado falso trabajo de parto, en algunos casos de mujeres que se ejercitan en la última etapa de su gestación (Ezcurdia, 2001).

De la misma forma que sucede con otros parámetros, en opinión de ciertos autores, se hace necesario destacar la importancia de otros factores que actúan como confundidores pudiendo decantar los resultados hacia una u otra tendencia y, por ende, originando conclusiones en uno u otro sentido; en este caso destacaremos: edad, paridad, tabaco, raza, peso, tipo de movimientos que se realizan en el trabajo o en la vida diaria, cuidados y seguimiento prenatal, cantidad de horas diarias que la gestante está de pie, nivel cultural, estado civil (Misra et al, 1998. Pivarnik, 1998. Klebanoff, Shiono & Carey, 1990. Alderman et al, 1998) o incluso ingresos económicos anuales, antecedentes de problemas médicos propios o familiares (Alderman et al, 1998).

### **1.5.1.3. Parto**

#### **1.5.1.3.a. Tipo de parto:**

Las dos vías de parto existentes son:

1. Vía vaginal:

- Parto eutócico
- Parto instrumental

2. Vía abdominal: Cesárea.

- Parto eutócico:

Se define como el proceso por el cuál se produce la salida desde el útero al exterior, a través del canal del parto, de un feto, seguido de la placenta, sin necesidad de instrumentación para extraerlo.

Considerando el parto desde un punto de vista mecánico, se podría describir como un balance entre fuerzas y resistencias. Las fuerzas vendrían representadas por las contracciones uterinas, (que se consideran el motor del parto) y los pujos maternos durante el periodo expulsivo, y las resistencias serían el canal del parto, compuesto del canal óseo o duro (la pelvis) y canal blando (segmento uterino inferior, cuello del útero, vagina y periné) y el feto y objeto del parto, que es impulsado por el canal y expulsado posteriormente (Creasy & Resnik, 1994).

La evolución del parto depende del espacio disponible en la pelvis, del tamaño del feto, de la estática fetal y de la intensidad de las fuerzas que impulsan al feto a través de la pelvis. La alteración de cualquiera de estos elementos puede causar una distocia y será necesario recurrir a un parto instrumental o una cesárea (Cunningham et al, 1998).

- Parto instrumental:

Se entiende como tal, la necesidad de recurrir a un instrumento, que aplicado generalmente sobre la cabeza fetal, esto permite extraer del canal blando del parto un feto cuando existe una indicación por:

- ✓ Interés materno: Enfermedades (Cardiopatía insuficiencia respiratoria, grandes miopías) agotamiento, falta de colaboración, cesárea anterior.

- ✓ Interés fetal: Sufrimiento fetal, periodo expulsivo prolongado.

Actualmente existen tres tipos de instrumentos que permiten realizar dicha extracción fetal: Forceps, ventosa y espátulas.

En los primeros años en los que se comenzó a utilizar la anestesia epidural para las fases de dilatación y expulsivo, hubo un aumento de partos instrumentales debido a que con dicho tipo de anestesia se inhibía la sensación de pujo de la gestante en el periodo expulsivo y por lo tanto se hacía más lento dicho periodo. Actualmente, tras varios años de experiencia, en los que se han ido ajustando las dosis inhibitorias del dolor, ha vuelto a disminuir la tasa de partos instrumentales en relación con partos eutócicos (20% del total de partos) (Cunninham et al, 1998).

- Cesárea:

La operación cesárea es la intervención obstétrica que se realiza con mayor frecuencia, al considerarse que es la forma más segura de resolver la mayoría de las distocias y de preservar la salud fetal. Dicha intervención consiste en la extracción del feto, la placenta y las membranas, mediante una incisión en la pared abdominal (laparotomía) y otra en el útero (histerotomía).

Las indicaciones de la cesárea se pueden clasificar en absolutas y relativas. Son absolutas aquellas en las que el parto vaginal es imposible (placenta previa central, desproporción pélvico-cefálica...), mientras que son indicaciones relativas aquellas en que el proceso existente puede aconsejar la cesárea en unas circunstancias, pero no en otras.

A lo largo de los últimos 20 años se ha observado un aumento ininterrumpido en la tasa de cesáreas, habiendo pasado del 5% al 15-25% actual. En España la tasa de cesáreas en el año 2001 fue del 19%, según el informe anual de la Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia (SEGO, 2001).

#### 1.5.1.3.b. Tiempo de las etapas del parto:

En el repaso a los parámetros fruto de los resultados del embarazo, encontramos aquellas variables propias del momento del parto, nos referimos al *tiempo de dilatación*, *periodo expulsivo* y *periodo de alumbramiento*.

Este parámetro, como los anteriores, se halla influenciado por numerosos factores entre los cuáles destaca uno por encima de todos, la paridad, la mayoría de los estudios encuentra como aspecto importante el hecho de que la gestante sea primípara o múltipara.

Clásicamente, se divide al parto en tres periodos:

##### 1. Periodo de dilatación:

Comienza cuando se modifica el cervix uterino y termina cuando la dilatación cervical es completa (10 cm). Por lo tanto, este 1º periodo presenta a su vez dos fases claramente definidas:

##### ✓ Fase latente:

Es el intervalo de tiempo que transcurre desde que se presentan contracciones uterinas persistentes e irregulares, cuya frecuencia e intensidad van en aumento y ocasionan cambios del cuello uterino. Esta fase es la de mayor duración del parto,

siendo de  $8,6 \pm 0,27$  horas en las nulíparas y de  $5,3 \pm 0,19$  horas en las multíparas, con una duración máxima de 20 y 14 horas respectivamente.

✓ Fase activa:

Comienza cuando la dilatación cervical ha alcanzado 2-3 cm y finaliza cuando la dilatación es completa. La velocidad de la progresión de la dilatación es diferente en función de la paridad, siendo de 1 cm/h en las nulíparas con una duración total superior a 6 horas, y de 1,2 cm/h en multíparas, con una duración total superior a 4 horas.

2. Periodo expulsivo:

Comienza cuando la dilatación es completa y termina cuando se produce la salida del feto del claustro materno. Su duración aproximada es de 60 minutos en nulíparas y de 30 minutos en multíparas. En este periodo la dinámica uterina es de mayor intensidad, duración y frecuencia.

3. Periodo de alumbramiento:

Se inicia cuando el feto ha sido totalmente expulsado y acaba con la salida de la placenta y sus membranas. Su duración aproximada es de 5-15 minutos (Creasy & Resnik, 1994).

**1.5.1.4. Sobrecarga oral de glucosa realizada entre las semanas 24 a 28 (Test de O' Sullivan):**

Esta prueba se realiza para poder observar el nivel de glucemia en la sangre materna y de ese modo poder descartar el desarrollo de una

diabetes gestacional (DG), resulta de particular importancia para este estudio observar estos valores de glucemia en sangre pues unos de los factores que algunos autores proponen como prevención a la aparición de la citada DG es el ejercicio físico (Hernandez, Jimeno & Escudero, 2000. Alderman et al, 1998. Avery & Walker, 2001).

El Test de O'Sullivan consiste en la determinación del nivel de glucemia en plasma venoso, una hora después de la ingesta de 50 grs. De glucosa, en cualquier momento del día, independientemente que exista o no ayuno previo. El test es positivo cuando supera los 140 mg/dl (7,8 mmol/L).

## **1.5.2. Resultados fetales**

### **1.5.2.1. Peso de nacimiento:**

El peso del recién nacido es objeto de interés por una gran cantidad de factores asociados con él, existen unos límites por debajo y por encima de los cuáles, la ciencia médica considera que existen riesgos tanto para la salud fetal como para el desarrollo del parto son 2.500 kg. (inferior) y 4.000 kg. (superior)(González et al, 2001).

Asimismo existen una importante cantidad de aspectos que pueden influir en este parámetro, aspectos entre los que aparece la actividad física materna (Rice & Fort, 1991. Simpson, 1993. Pivarnik, 1998).

### **1.5.2.2. Talla y perímetro craneal del recién nacido:**

Estos dos valores son de suma importancia para conocer a nivel morfológico el estado del neonato y, por supuesto, si se encuentra dentro de los valores considerados como normales.

Además, la evolución de los parámetros morfológicos del feto a nivel intrauterino es de tal magnitud que resulta interesante conocer si la práctica de ejercicio de tipo moderado influye de alguna manera en éstos parámetros.

#### **1.5.2.3. Test de APGAR del recién nacido:**

El test de Apgar es un método rápido para valorar el estado del recién nacido. Dicho test está constituido por cinco componentes: la frecuencia cardiaca, el esfuerzo respiratorio, el tono muscular, la irritabilidad de los reflejos y el color, cada uno de los cuales puede recibir una puntuación de 0, 1, o 2 y se valorarán al minuto y a los cinco minutos de vida del neonato. Lo más frecuente es un Test de Apgar de entre 7 -10 puntos en el 1º minuto de vida y de 10 a los 5 minutos.

Una puntuación baja del Test de Apgar en el 1º minuto (menor de 6) indicará que el recién nacido necesita métodos de reanimación. El test de Apgar realizado a los 5 minutos, en particular, el cambio de puntuación entre los minutos 1 y 5, es un índice útil de la eficacia de los esfuerzos de reanimación (Creasy & Resnik, 1994).

#### **1.5.3. Resumen de trabajos de investigación:**

Sternfeld presenta un interesante resumen (tabla II) de los trabajos de investigación que esta autora considera más relevantes acerca de la influencia del ejercicio en los resultados del embarazo (Sternfeld, 1997).

Ref	Muestra	Nivel de ejerc.	Result. del emb.	Conclusiones	Otras variables
1	150 atletas de diferentes niveles	Similar intensidad y frecuencia del entrenamiento de preembarazo	Peso de nac. y Complicaciones de embarazo parto Tiempo de parto	Menos complicaciones de embarazo Menos desgarros	Ninguna
2	175 mujeres con parto prematuro 313 mujeres con parto a término	Horas por semana de ejercicio o deporte	Parto prematuro	Menor riesgo de parto prematuro	Raza, Estatus socio-económico Gan de peso materno Historia de factores adversos Alcohol
3	44 muj que parieron durante el tiempo del estudio (7 meses)	Frec. y dur. de ejercicio durante el embarazo	Peso de nac. Edad gestacional Tiempo de parto. Test de Apgar	Menor tiempo en la 2ª etapa del parto	Ninguna
4	90 muj ejerc (trat) 29 muj sedent (control)	Carrera o danza aeróbica al 50 % de capac.	Aborto espontáneo	Sin diferencias significativas entre ambos grupos	Edad, peso, porcentaje de grasa corporal
5	77 muj entrenadas cont su activ dur emb. 55 muj sed (control)	Carrera o danza aeróbica al 50 % de capacidad.	Peso, medidas, y % de grasa del rec nacido, peso de placenta.	Menor peso de nac. , menor % de gras y pliegues cutáneos	Muestra homogénea en cuanto a raza y estatus socio-económico
6	29 muj que practican ejerc durante su emb. 47 muj que practican ejerc antes del emb 152 muj sed (control)	Carrera o danza aeróbica al 50 % de capacidad	Peso de nacimiento. Ganancia de peso materno Edad Gestacional	Menor peso de nacimiento, menor tiempo de gestación, menor ganancia de peso materno	Estratificación por peso previo al embarazo, edad, paridad, y clase social
7	21 muj corredoras antes del embarazo. 12 muj que corren durante su embarazo. 11 mujeres sedentarias (control)	Carrera durante el embarazo	Peso de nacimiento, ganancia de peso materno, tiempo de parto, complicaciones obstétricas	Sin diferencia entre pesos de nacimiento ni ganancia de peso materno, mayor cantidad de cesáreas	Edad, raza, paridad
8	72 atletas húngaras de élite. 150 mujeres no atletas (control)	Nivel de entrenamiento anterior al embarazo Nivel de ejercicio no especificado	Tipo y tiempo de parto, complicaciones del parto	Menos partos por fórceps y cesáreas, menos toxemias, menor tiempo de parto	Ninguna

Ref	Muestra	Nivel de ejerc.	Result. del emb.	Conclusiones	Otras variables
9	462 pacientes de consulta prenatal	Energía gastada (Kcal/sem) durante el embarazo	Peso de nacimiento	Mayor peso de nacimiento	Edad gestacional, peso previo al emb, ganancia peso materno, historia reproductiva, paridad, tabaco, náuseas
10	67 muj embarazadas corredoras y entrenadas	Distancia corrida durante el embarazo	Peso de nacimiento, tipo de parto, complicaciones	No hubo relación distancia/peso de nacimiento o edad gestacional	Ninguna
11	172 casos de preeclampsia. 252 casos de hipertensión gestac. 505 (control)	Energía gastada en las primeras 20 semanas de embarazo	Preeclampsia, hipertensión gestación	Menor riesgo de preeclampsia e hipertensión gestacional	Solo primíparas
12	12 mujeres emb activas 11 mujeres emb sedent	Trabajo de caminar o nadar al menos 3 veces/sem, al menos 30 minutos	Ratio de percepción de esfuerzo en el parto, peso de nac, Apgar, edad gestacional	Mayor puntuación en Apgar 1 min, menor percepción de esfuerzo	Ninguna
13	372 mujeres embarazadas	Información de entrevista acerca del nivel ejercicio usual durante el embarazo	Peso de nac, mortalidad fetal y neonatal	No hubo diferencias significativas	Ninguna
14	782 madres de bebés con muy bajo peso nac 802 madres de bebés con moderado bajo peso nacimiento 794 madres de bebés con normal peso nac	Información de entrevista acerca del nivel ejercicio antes, durante y después del ejercicio	Peso de nacimiento, mortalidad fetal	Menos probabilidad de bebés de muy bajo peso de nacimiento en madres con ejercicio frecuente	Edad, nivel educativo, peso previo al embarazo, tabaco, raza, nivel de salud, consultas médicas
15	398 pacientes de consulta prenatal	Ejercicio aeróbico al menos 3 veces/sem, al menos 20 minutos	Peso de nacimiento, edad gestacional, síntomas y tipo de parto, complicaciones	No hubo asociación en peso de nac u otros resultados, menos síntomas	Edad gestac, edad, paridad, peso previo al emb, gan de peso mater, sexo, hist reprod

*Tabla II: Trabajos de investigación acerca del ejercicio y resultados del embarazo (Sternfeld, 1997):*

Referencias de la tabla II: 1.Zaharieva, 1972. 2.Berkowitz et al, 1983. 3.Botkin & Driskoll, 1991. 4.Clapp, 1989\*. 5.Clapp & Capeless, 1990. 6.Clapp & Dickstein, 1984. 7.Dale, Mullimax & Bryan, 1982. 8.Erdelyi, 1962. 9.Hatch et al, 1993. 10.Jarret & Spellacy, 1983. 11.Marcoux, Brisson & Fabia, 1989. 12.rice & Fort, 1991. 13. Rose et al, 1991. Schramm, Stockbauer & Hoffman, 1996. 15.Sternfeld et al, 1995.

## **1.6. Respuestas del organismo gestante al ejercicio físico**

### **1.6.1. Respuesta cardiovascular:**

Debido a los cambios cardiovasculares y hematológicos que la gestación provoca en la mujer, resulta obvio esperar que la respuesta cardiovascular de la gestante al ejercicio también se vea modificada en comparación con el estado no gestante.

Un parámetro de importancia, la frecuencia cardíaca, presenta en las mujeres embarazadas un aumento significativo durante el ejercicio con respecto a las mujeres no gestantes, este aumento se hace más manifiesto hacia el final del embarazo (Wolfe et al, 1989a. McMurray et al, 1993. Heenan, Wolfe & Davies, 2001).

Lo mismo sucede en el caso del gasto cardíaco (Q) y del volumen sistólico (VS) comparando la realización de ejercicio entre gestantes y no gestantes (Lotgering, 1988. Wolfe et al, 1989a. Guzman & Caplan, 1970. McMurray et al, 1993), este aumento comparativo en el caso de las gestantes tiene su pico entre la 20 y la 24 semana de gestación, bajando progresivamente hasta el final del embarazo (Lotgering, 1988. Lotgering, Gilbert & Longo, 1985. Wells, 1992), la causa de este descenso en la etapa final del embarazo podría estar ocasionada por ciertos cambios en el nivel periférico de sangre y la obstrucción mecánica del retorno venoso causada por el útero gestante (Wolfe et al, 1989a).

Particularmente en el caso del volumen sistólico, el aumento no solo está relacionado con la expansión en el volumen sanguíneo de la mujer embarazada, también podría estar influenciado por la acción de la

progesterona y la circulación y vascularización útero-placentaria adicional propia de la gestación (Pivarnik et al, 1990a. Sady et al, 1990).

Sin embargo, durante el ejercicio moderado el incremento relativo del gasto cardíaco podría ser similar al observado en mujeres no gestantes (Ezcurdia, 2001).

De cualquier manera, y este es un factor importante, se debe tener en cuenta que el ejercicio modifica la distribución del gasto cardíaco aumentando el flujo hacia las zonas musculares empleadas y disminuyéndolo hacia la zona uterina.

En la mujer gestante el ejercicio físico moderado ocasiona una reducción del flujo sanguíneo uterino del orden del 25 %, siendo esta disminución mayor si aumenta la intensidad del ejercicio (Ezcurdia, 2001).

No obstante, a la hora de valorar estos parámetros, el nivel de estos incrementos depende de la intensidad del ejercicio así como de la posición que se adopte para su desarrollo, por ejemplo: si el útero gestante presiona parcialmente la vena cava durante el ejercicio, el gasto cardíaco decrecerá y el descenso en el volumen sistólico será parcialmente compensado por un incremento en la frecuencia cardíaca (Lotgering, 1988).

Con respecto al volumen de plasma, ciertos estudios han informado acerca de cambios en éste durante la realización de ejercicio, estos cambios se refieren a un descenso en dicho volumen, y tienen su pico hacia finales del embarazo (tercer trimestre) (Lotgering, 1988. McMurray et al, 1991. Katz et al, 1990. Pivarnik et al, 1990 b).

Según Pivarnik los cambios en el volumen de plasma son más pronunciados entre la 29 y la 32 semanas de gestación y están directamente relacionados con el descenso en el nivel total de proteínas plasmáticas (Pivarnik et al, 1990b).

En ese sentido esa hipoproteinemia es la que provoca la extravasación del plasma fuera de los vasos, ocasionando los típicos edemas de la embarazada, especialmente en los miembros inferiores.

En relación a la presión arterial, a pesar de existir una disminución de la resistencia vascular periférica, los valores correspondientes a ésta son para algunos autores similares a los obtenidos en mujeres no gestantes (Wolfe et al, 1989a) o en todo caso se manifiesta levemente superior en las gestantes, asociando este leve aumento con el incremento en el gasto cardíaco (Morton et al, 1985).

Otro de los parámetros de importancia, la reserva cardíaca, merece un pequeño análisis: ésta se define como Volumen Sistólico (Vs) por (Fc máxima menos Fc en reposo); en este sentido tanto el embarazo como la mejora de la forma física aumentan el Vs, sin embargo el embarazo aumenta la Fc en reposo, mientras que la mejora de la forma física la disminuye (Wells, 1992).

Así pues, la reserva cardíaca en una mujer embarazada que está en buena forma física se halla influenciada por factores enfrentados.

Cualquier cambio en la reserva cardíaca con el embarazo será un compendio de estos factores (figura 6).

En relación a este parámetro la mujer embarazada puede hallarse en cierta desventaja en lo que se refiere a la reserva cardíaca, pero esta desventaja no es grande (Wells, 1992).

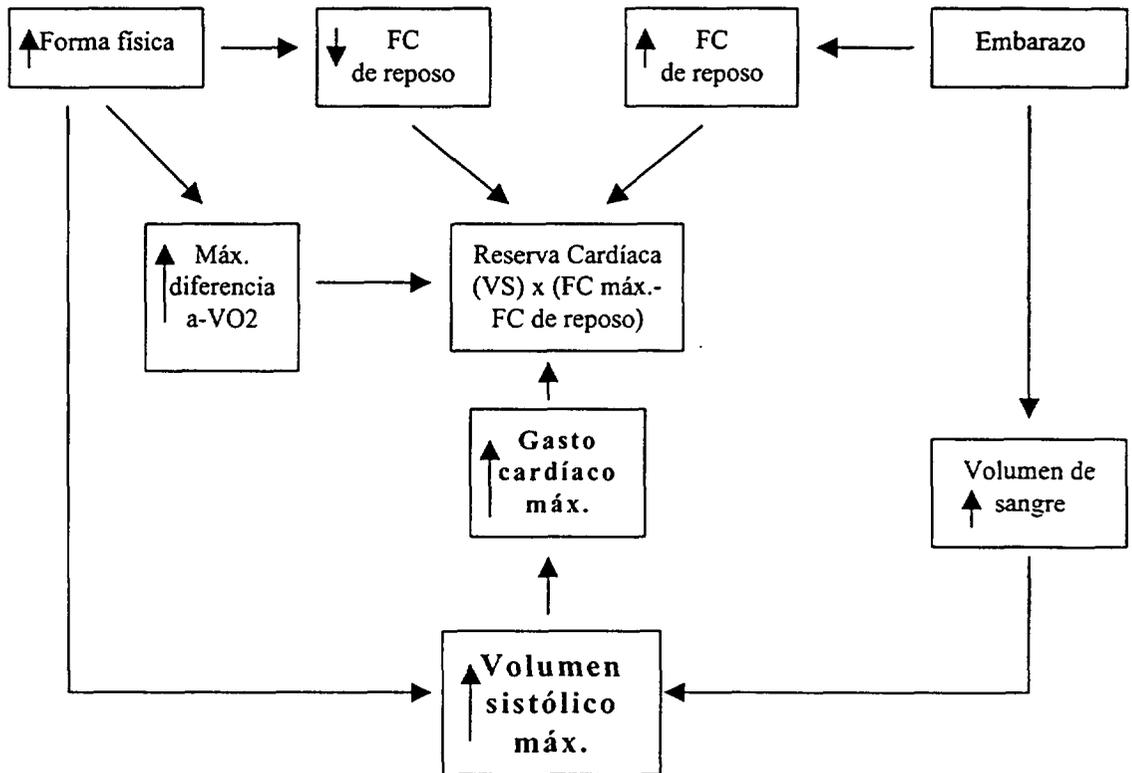


Fig. 6: La influencia del estado físico y del embarazo en los parámetros del gasto cardíaco (Wells, 1992)

### 1.6.2. Respuestas respiratorias:

Como se ha explicado anteriormente las funciones respiratorias, tanto en el ámbito anatómico como funcional, se ven alteradas por el embarazo, de modo que es de esperar que el ejercicio físico, por su parte, produzca ciertas modificaciones que no se presentan en el estado no gestante con la misma magnitud (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Tanto el Volumen Minuto Respiratorio (VMR) como la ventilación alveolar son mayores durante el embarazo que en estado no gestante para la realización de ejercicio (Ezcurdia, 2001. Wolfe et al, 1989a. Lotgering, 1988. Wells, 1992. McMurray et al, 1993).

Este aumento es debido a una elevación del volumen inspiratorio más que a la frecuencia-respiratoria y probablemente es responsable de una buena parte de la fatiga respiratoria y de la percepción del aumento del esfuerzo experimentado por la mayoría de las mujeres al final de la gestación (Wells, 1992. Ezcurdia, 2001).

En un análisis global, a pesar de que la gran mayoría de los parámetros respiratorios en la mujer embarazada presentan valores mayores que la mujer no gestante durante la realización de ejercicio, estos aumentos no muestran diferencias estadísticamente significativas, especialmente cuando se trata de ejercicio de carácter moderado, salvo en el caso de la Ventilación minuto (Heenan, Wolfe & Davies, 2001).

Por otra parte, estudios realizados acerca de las reacciones metabólicas y respiratorias en mujeres gestantes y no gestantes en reposo y en tres niveles de ejercicio de andar: ligero, moderado y rápido descubrieron diferencias significativas entre los grupos durante el ejercicio máximo en lo que se refiere al Volumen Inspiratorio, consumo de oxígeno ( $VO_2$ ), producción de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), y en la proporción de intercambio respiratorio (R) (Wells, 1992).

No hubo diferencias en el ejercicio de intensidad ligera o moderada. Los autores concluyeron que con el embarazo existía una

cierta disminución en la reserva cardiorespiratoria (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. Wells, 1992).

Ciertos estudios sugieren un leve incremento en el  $VO_2$  (comparado con el estado no gestante) en ejercicios como el ciclismo y un sustancial incremento en aquellas tareas en las que existe una cierta dependencia del peso corporal (andar, correr, caminar, etc.) (Wells, 1992).

En relación a esto último, es importante tener en cuenta el aumento de peso corporal y el tipo e intensidad de ejercicio cuando se consideran las modificaciones respiratorias y/o energéticas de la actividad física durante el embarazo.

El aumento de peso propio del embarazo supone para una mujer gestante que realiza actividad física un gasto suplementario de energía además del producido por el ejercicio.

De manera que según algunos autores, se puede decir que independientemente del aumento de peso corporal y sus exigencias energéticas, el gasto de energía que supone llevar a cabo actividad física no se altera con el embarazo (Wells, 1992).

Por otra parte, el hecho de movilizar un mayor peso corporal en los ejercicios físicos durante el embarazo puede permitir especular con la idea de un efecto de entrenamiento, por ejemplo, en factores cardiorespiratorios y metabólicos, algunos estudios así lo sugieren (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Con respecto a un efecto propio de la gestación, el conocido como “disnea del embarazo”, que aparece en un 60-70% de las mujeres, se presenta con menor frecuencia durante el ejercicio que en el resto de situaciones (Wolfe et al, 1989a).

### **1.6.3. Respuestas metabólicas:**

Este apartado es el que seguramente presenta las mayores controversias en cuanto a resultados y conclusiones.

Según Clapp la respuesta metabólica materna depende, en gran parte, del tipo e intensidad de ejercicio que se lleve a cabo y del estado físico general con el que cuente la mujer embarazada (Clapp, Wesley & Sleamaker, 1987. Wolfe et al, 1989a).

A pesar de esto último, es importante destacar que a igualdad de condiciones entre dos o más mujeres, existe un amplio rango de variaciones individuales, tanto en las respuestas metabólicas como respiratorias, ambas estrechamente relacionadas (Clapp, Wesley & Sleamaker, 1987).

Ahora bien, al analizar este apartado es necesario prestar especial atención a un aspecto tan importante como es la respuesta materna asociada al bienestar fetal, en ese sentido se debe tener en cuenta que una de las fuentes de combustible más importantes para la realización del ejercicio aeróbico son, los carbohidratos (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. Sternfeld, 1997. Clapp, Wesley & Sleamaker, 1987); en este sentido no se puede olvidar que el feto necesita de un constante suministro de glucosa para su síntesis de grasas y proteínas.

Ante tal situación existen una serie de cuestiones aún no resueltas, especialmente en actividades de carácter intenso y que plantean incógnitas entre los investigadores con respecto al ejercicio durante el embarazo; una de ellas (quizás la de mayor importancia) es si las necesidades de glucosa producidas por el embarazo y el ejercicio pueden ser administradas por la madre sin compromiso para ambos: feto y madre (Sternfeld, 1997).

También en lo concerniente al substrato disponible, ciertos estudios sugieren que el ejercicio durante la gestación, particularmente en la última etapa, genera unos efectos hipoglucémicos (Clapp, Wesley & Sleamaker, 1987. Mc Murray et al, 1988 a. Bonen et al, 1992. Wells, 1992) aunque en este caso es importante aclarar la variabilidad en el tipo de actividad física al que se refieren estos estudios (correr, inmersión acuática, ejercicios variados).

Por otra parte, estudios realizados en animales sugieren que el suministro de glucosa para el feto podría estar comprometido cuando se realiza ejercicio físico materno (Treadway & Young, 1989).

De todas formas, si se trata de ejercicio de intensidad moderada, del tipo que éste sea, se debe tener en cuenta el hecho de que parecen existir ciertos mecanismos que aseguran la distribución del flujo sanguíneo fetal, y obviamente del substrato disponible durante el ejercicio materno (Sternfeld, 1997. Mottola & Wolfe, 2000).

Debido a esto, a pesar de que la realización de ejercicio puede provocar una disminución del flujo sanguíneo uterino (por una mayor

utilización muscular), el consumo de oxígeno puede ser mantenido por el útero gestante.

El principal mecanismo compensador que permite el mantenimiento de este consumo es la *hemoconcentración*. El incremento del hematocrito durante el ejercicio favorece el aumento del contenido de oxígeno en la sangre, y consecuentemente la disposición de oxígeno por parte del útero durante el ejercicio es sólo disminuida mínimamente (Lotgering, 1988. McMurray et al, 1993).

En definitiva, el útero gestante puede compensar la reducción en la disposición de oxígeno sanguíneo por medio de una mayor extracción del mismo, mecanismo éste que sólo se manifiesta en la realización de ejercicio (Sternfeld, 1997. Wells, 1992. Wolfe et al, 1989a. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994).

Con respecto a la fuente de combustible, para mantener un cierto nivel de actividad física constante, existe una continua captación de glucosa sanguínea. Por otra parte el ejercicio físico favorece la liberación de glucosa desde el hígado (glicogenólisis y gluconeogénesis) y la liberación de ácidos grasos del tejido adiposo (lipólisis) (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

En lo relativo al comportamiento de los principales parámetros, los estudios muestran resultados dispares, lo cuál, como se aclaraba al principio, establece una importante controversia en relación al tema (McMurray et al, 1993. Wolfe et al, 1989a).

Para algunos investigadores se nota un declive en la capacidad de realizar ejercicio ( correr y caminar) a medida que la gestación avanza en parámetros tales como VO<sub>2</sub> max, glucosa, lactato (Wells, 1992).

Mientras que otros encuentran que ciertos factores de importancia, como por ejemplo el VO<sub>2</sub> max (en este caso en cicloergómetro), no es alterado por la gestación (Lotgering et al, 1991. McMurray et al, 1991. Sady S et al, 1989. Sady M et al, 1990).

Aunque en relación al diseño de estos estudios y la intensidad de trabajo que se plantea en ellos, es necesario aclarar que la mayoría de ellos se han realizado sobre trabajos de carácter máximo o submáximo y con gran variedad de actividades físicas (bicicleta, cicloergómetro, correr, nadar, caminar). Siendo posiblemente esta causa, la variabilidad en los diseños, la que genera la citada controversia (McMurray et al, 1993).

#### Relación entre los procesos metabólicos y hormonales:

Existe una importante relación entre los mecanismos metabólicos de suministro de energía y las reacciones hormonales que se llevan a cabo de forma paralela a estos mecanismos (Bonen et al, 1992).

Como ejemplo de lo anterior se observa que el hecho de mantener constante un adecuado estado de producción de glucosa, exige una delicada interacción entre la aumentada actividad simpáticoadrenal y neurohumoral; junto con un descenso en los niveles de insulina plasmática (Bonen et al, 1992. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991) y un incremento en las concentraciones de norepinefrina, epinefrina, cortisol,

glucanón y hormona del crecimiento (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Con el ejercicio moderado la movilización de las reservas de energía provienen predominantemente de la grasa, por otra parte la reducción en la insulina va unida a la elevación de las catecolaminas circulantes resultantes de la liberación de los ácidos grasos libres.

Aparentemente, según Artal a medida que aumenta la intensidad del ejercicio, se produce una mayor contribución de los carbohidratos (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

#### **1.6.4 Termorregulación:**

Este es un apartado de suma importancia por los efectos teratogénicos (sobre el desarrollo fetal) que pudiese ocasionar la hipertermia materna aguda como fruto de la realización de ejercicio, especialmente durante el primer trimestre (McMurray & Katz, 1990. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Sternfeld, 1997. Wells, 1992. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991). Sin olvidar que el mayor determinante de la temperatura fetal es la temperatura materna (McMurray & Katz, 1990. Clapp, 1991a. McMurray et al, 1993. Wolfe & Mottola, 1993. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Sternfeld, 1997. Wells, 1992. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991). No obstante todo lo referido a temperatura fetal será tratado en el ámbito del *Ejercicio materno y bienestar fetal*.

Esta ha sido y es una de las principales preocupaciones manifestadas en lo relativo al ejercicio físico durante el embarazo (McMurray et al, 1993. Wells, 1992. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994),

tal es así que este mismo riesgo ha ocasionado que se hallan realizado pocos estudios de este tipo en humanos (McMurray & Katz, 1990. McMurray et al, 1993. O'Neill, 1996).

Los estudios sobre termorregulación durante el ejercicio materno se refieren a temperatura rectal, vaginal, de la piel y la producción de sudor, éstos dan como resultado un incremento de menos de 1,5°C y se ha llegado a la conclusión de que el equilibrio térmico es bien mantenido por las gestantes y les protege contra la hipertermia (McMurray & Katz, 1990. McMurray et al, 1993. O'Neill, 1996. Wells, 1992).

Uno de los mecanismos que aparentemente benefician este equilibrio térmico es la expansión en el volumen de plasma materno propio del embarazo (Jones et al, 1985).

Ciertos estudios realizados haciendo un seguimiento de la temperatura materna con el ejercicio a lo largo del embarazo demuestran que la eficacia en la disipación del calor puede verse aumentada a medida que la gestación progresa (McMurray & Katz, 1990). Los mecanismos que provocan esto no son otros que los de los cambios fisiológicos del embarazo y los propios de la fisiología del entrenamiento (Sternfeld, 1997. Wells, 1992).

Por otro lado todos aquellos cambios en la temperatura corporal materna durante el ejercicio son similares en gestantes y no gestantes (Lotgering, 1988).

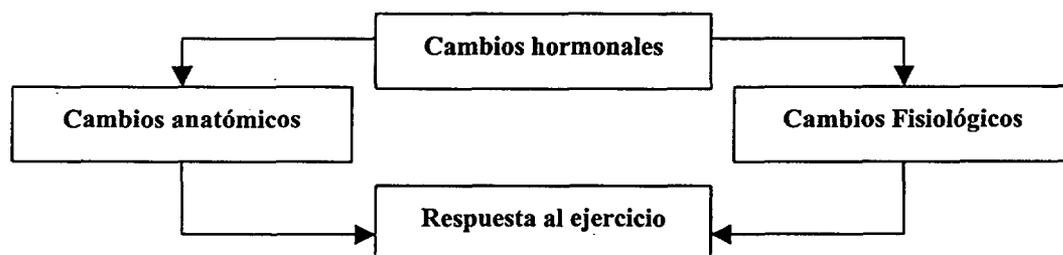
### 1.6.5 Respuesta hormonal:

Una gran cantidad de cambios que se producen por el embarazo en la mujer son gobernados por las modificaciones hormonales típicas de la gestación. El embarazo es un período de importantes alteraciones en los referente a la secreción hormonas.

Durante el ejercicio físico se añaden también los cambios hormonales propios de la actividad física. El sistema hormonal determina, en gran parte, los ajustes del organismo frente al ejercicio físico, como ejemplo los cambios respiratorios y de tipo cardiovascular.

Por otra parte ya han sido señalada anteriormente la estrecha relación existente entre las modificaciones metabólicas y hormonales producidas por el ejercicio físico en gestantes.

Los estudios sobre las respuestas hormonales al ejercicio físico en embarazadas son pocos y algo contradictorios (McMurray et al, 1993). Además está en relación con otras modificaciones de tipo anatómico y fisiológico en la mujer embarazada, lo que sin duda, influye en la respuesta de ésta al ejercicio físico (Wolfe & Mottola, 1993) (fig. 7).



*Fig.7: Relación entre los cambios hormonales y la respuesta al ejercicio (Wolfe & Mottola, 1993)*

En una mujer embarazada con buen estado de salud, estos cambios hormonales producidos por el ejercicio son transitorios y reversibles y no producen daño alguno al feto.

Por lo general, el nivel de todas las hormonas se eleva durante la realización de actividad física, tanto en gestantes como en no gestantes, aunque el valor de esos parámetros es variable (McMurray et al, 1993. Bonen et al, 1992. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Estas modificaciones dependen básicamente del tipo, intensidad y duración del ejercicio realizado, si éste es suave y moderado, cuando se finaliza la actividad los valores retornan a su nivel normal. Una actividad física de carácter más intenso y extenuante, provoca cambios más duraderos que persisten durante media hora o más (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Se hace interesante realizar un análisis individualizado de las principales hormonas que modifican su comportamiento con el embarazo y la actividad física.

La *epinefrina o adrenalina* es la primera hormona que responde al estrés. Moviliza reservas de energía y regula la acción de otras hormonas en situaciones de tensión, entre las que se incluye el ejercicio físico.

Durante una actividad suave o media, el aumento en los niveles de epinefrina es mínimo y no supone amenaza alguna para la madre ni para el feto.

No obstante, un ejercicio físico extenuante produce un aumento mayor de epinefrina, aunque en las mujeres embarazadas este aumento es menor que en el caso de las no gestantes, lo cual sugiere la posibilidad de que exista un mecanismo de protección fetal.

La *norepinefrina o noradrenalina*, como se la conoce, es una hormona del estrés que estimula las fibras musculares y produce la

contracción de los músculos. Su aumento durante el ejercicio es especialmente pronunciado en la mujer embarazada.

En un embarazo normal y saludable, el aumento de norepinefrina no plantea peligro alguno. Sin embargo, quizás aparezcan riesgos potenciales en aquellas mujeres con peligro de parto prematuro, ya que un aumento significativo en los niveles de esta hormona puede estimular al útero a contraerse de forma excesiva (Wolfe & Mottola, 1993).

El *cortisol* tiene un mecanismo de acción similar al de la adrenalina, pero su respuesta al estrés es más lenta. Sus efectos son también diferentes, e incluyen un aumento en los niveles de azúcar en la sangre y retención de líquidos.

La concentración de cortisol en la sangre aumenta continuamente durante el embarazo. En teoría este aumento debería permitir un mayor rendimiento físico de la mujer embarazada, pero no existen evidencias de ese efecto, debido a un papel muy limitado de esta hormona en el ejercicio físico. En definitiva, durante el embarazo los cambios producidos por el ejercicio físico en los niveles de cortisol son insignificantes.

Los niveles de las hormonas *opiáceas* (la beta-endorfina y la beta-lipotropina) se duplican e incluso se triplican en el caso del 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.

Según algunos expertos, las mujeres que están en buen estado físico y que realizan cierta actividad física durante su embarazo tienen

tendencia a experimentar menos dolor durante el alumbramiento, lo que puede obedecer a una mayor concentración de opiáceos en sus cuerpos (Artal, 1995).

En una visión global, la respuesta hormonal puede disminuir con el entrenamiento. Por ejemplo, los niveles de algunas hormonas relacionadas con el estrés no aumentan con tanta brusquedad después de un determinado período de práctica física.

En ese sentido, la práctica de actividad física puede mejorar el estado glucémico, el nivel de catecolaminas en plasma, cortisol, glucagon y hormona del crecimiento, con lo que se podría esperar un descenso en los niveles de insulina (McMurray et al, 1993).

Si se realiza una comparación con el estado no gestante, algunos estudios concluyen que la gran mayoría de los cambios hormonales producidos por el ejercicio físico son similares en gestantes y en no gestantes.

Con referencia al tiempo de permanencia de los posibles efectos provocados por la actividad física, excepto la insulina, la alteración en los valores fruto de los cambios hormonales, son transitorios y los mismos retornan a los niveles normales una vez transcurridos 15 minutos de finalizada la actividad en el caso de ejercicio de intensidad moderada.

De manera clara y objetiva, la práctica de ejercicio aeróbico moderado, con una intensidad que no supere las 140 puls./min, es bien tolerada por gestantes sin que se produzcan alteraciones hormonales que supongan un riesgo para el feto ni la madre (Bonnen et al, 1992. Bessinger, McMurray & Hackney, 2002).

### **1.6.6 Actividad uterina:**

La actividad física origina una serie de efectos de importancia.

La adrenalina como la noradrenalina son liberadas con el ejercicio, tanto en gestantes como en no gestantes, no obstante la noradrenalina mantiene un desarrollo más creciente que la adrenalina; debido a que la noradrenalina es un factor estimulante de las contracciones uterinas, el ejercicio puede actuar, teóricamente, como un elemento favorecedor de la actividad uterina y el parto prematuro, sobretodo si este ejercicio se realiza en etapas finales y con cierta intensidad (Sternfeld, 1997. McMurray et al, 1993).

Cuando una mujer desea continuar a lo largo de su embarazo con la práctica de ejercicio de manera intensa y extenuante se corren importantes riesgos en lo relativo al flujo de sangre al útero, con los consiguientes perjuicios para asegurar el sustrato y oxígeno fetales, a corto plazo y con riesgos para el desarrollo fetal si esta actividad es muy prolongada (Clapp, 1991a).

Ahora bien, por otro lado el ejercicio también aumenta la liberación de las catecolaminas circulantes, las que actuando como estabilizadoras parecen contrarrestar el efecto estimulatorio de la noradrenalina anteriormente mencionado, protegiendo a la gestante de una excesiva actividad uterina durante el ejercicio (Sternfeld, 1997).

En apariencia, el ejercicio físico moderado no parece ser causante de una mayor actividad uterina, principalmente en etapas finales del embarazo (Clapp, 1990. Ezcurdia, 2001).

## **1.7. Ejercicio materno y bienestar fetal**

### **1.7.1. Consideraciones generales:**

Posiblemente la salud fetal sea uno de los aspectos que más precauciones exigen a la hora de planificar y evaluar un programa de actividad física durante el embarazo, por lo tanto es también de suma importancia conocer como evoluciona el desarrollo de los diferentes órganos y sistemas fetales con el ejercicio durante la gestación.

Con relación a las respuestas fetales al ejercicio materno se ponen en juego una gran cantidad de mecanismos de interacción, este proceso forma parte de una fascinante, pero a menudo no muy bien entendida relación. Se hace necesaria la introducción de nuevos índices de valoración del bienestar fetal que aporten futuros datos de este refinado proceso de interacción (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

El comportamiento fetal, sus movimientos y sus mecanismos respiratorios han sido motivo de estudio en recientes años; tales parámetros han sido incorporados al perfil biofísico fetal que aparente sirve para identificar el 85 % de las anomalías fetales (Gorski, 1985. Artal, 1995).

### **1.7.2. Desarrollo fetal, fases:**

El desarrollo fetal puede dividirse claramente en dos partes que siguen a la implantación del cigoto en el endometrio uterino.

El "período embrionario" abarca desde la tercera hasta la octava semana que es el período en el que se forman los órganos.

El período “fetal” se extiende desde la novena semana hasta el parto y es cuando se produce un desarrollo fisiológico de los sistemas.

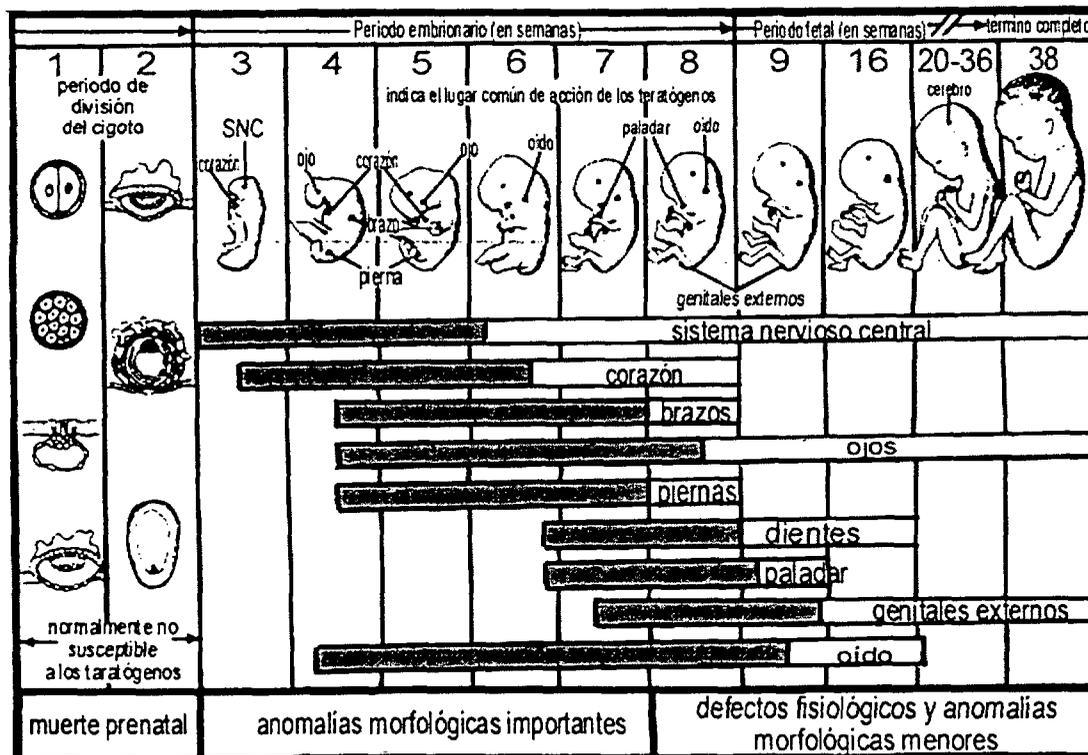


Fig. 8: Desarrollo sensitivo humano en el útero (Wells, 1992)

Otra forma de dividir la gestación es en tres grandes periodos (trimestres) de tres meses cada uno, así se hace la mayoría de las veces.

El primer trimestre, por diversas razones, es conocido como un período muy crítico y de ciertos riesgos para el feto. Hacia el final de este período todos los sistemas orgánicos importantes están desarrollados.

Durante los otros dos trimestres se lleva a cabo principalmente la profundización del desarrollo y diferenciación de los órganos.

En relación a los valores antropométricos, al final del primer trimestre el feto pesa alrededor de 28 gramos y tiene una longitud aproximada a la del dedo corazón de un adulto.

Hacia el final del segundo trimestre su peso es de unos 680 gramos y tiene un tamaño similar al de un puño cerrado de un adulto.

Al término del embarazo, el recién nacido pesa entre 3 kg. y 3,5 kg. y mide entre 48 cm. y 52 cm.

Como ejemplo de la magnitud e importancia de la gestación como proceso vital de dimensiones incomparables y evolución única se puede decir que en 9 meses el feto aumenta su peso en 6 billones de veces, de continuar ese ritmo un ritmo de crecimiento un niño de 10 años mediría 6 metros y su peso excedería en varias veces el de nuestro planeta (Wells, 1992).

En ese sentido, la magnitud e importancia de la gestación y el desarrollo fetal como procesos gestores de vida, hacen que cualquier tipo de investigación que se realice utilice técnicas e instrumentos no invasivos en su toma de datos, todo con el objeto de no ocasionar ningún tipo de riesgos que pongan en juego el bienestar fetal.

Esto anterior, sin lugar a dudas ocasiona que la tecnología utilizada limite los estudios realizados a la observación de unas pocas variables.

### **1.7.3. Frecuencia cardíaca fetal (FCF):**

Seguramente la FCF sea el parámetro que más se ha estudiado.

El seguimiento de la FCF se desarrolló como una prueba clínica para detectar dolores fetales e insuficiencias útero-placentarias (Wells, 1992. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Lotgering, 1988. Gorski, 1985. McPhail et al, 2000).

Tal es así que la taquicardia (más de 180 puls./min), la bradicardia (menos de 100 puls./min) agudas y la pérdida de variabilidad (reacciones lentas) están asociadas clínicamente a respuestas fetales pobres.

Por otro lado la aceleraciones y la buena variabilidad se asocian a bienestar fetal y los buenos resultados fetales (Wells, 1992. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al; 1989b.-Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Lotgering, 1988).

No obstante al seguir las reacciones de la FCF durante el ejercicio materno se debe tener en cuenta que el propio movimiento materno, por sí solo, puede ocasionar grandes alteraciones en los trazos de la FCF, por otro lado difíciles de interpretar (Wells, 1992. Wolfe et al, 1988. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994).

Los factores que pueden estar relacionados con la FCF durante y después del ejercicio materno son entre otros la estimulación fetal, la probable transferencia placentaria de un elevado número de catecolaminas maternas, la hipertermia materna y fetal y la reducción del flujo de sangre uterina (Wells, 1992. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Lotgering, 1988).

Entre los investigadores existe un acuerdo en considerar una leve elevación de esta FCF como la respuesta más típica al ejercicio físico materno (Artal et al, 1986. Brenner et al, 1999. Gorski, 1985. Van Doorn et al, 1992 . Webb, Wolfe & McGrath, 1994. O'Neill, 1996. Riemann & Kanstrup, 2000. McPhail et al, 2000).

Esta normal elevación de la FCF durante el ejercicio materno representaría una respuesta refleja o protectora que permita disponer de un adecuado flujo de sangre para el propio feto (Wolfe et al, 1989. Wolfe et al, 1989b. McMurray et al, 1993).

En relación a los valores de este parámetro (FCF), numerosos investigadores han publicado que se produce, por lo general, un incremento del orden de 5-25 lat/min., con un retorno gradual a los niveles de FCF de pre-ejercicio (Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Lotgering, Gilbert & Longo, 1985. Lotgering, 1988).

La mayoría de los trabajos concluyen que este aumento parece estar relacionado con la intensidad, duración y el tipo del ejercicio dado (Artal et al, 1986. Wells, 1992. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994); y también en cierta medida con la edad gestacional (Brenner et al, 1999. Clapp, Little & Capeless, 1993). Aunque ciertos autores opinan que este aumento de la FCF es independiente de estos factores (McMurray et al, 1993).

En los casos de ejercicio moderado, los valores retornan a la normalidad luego de transcurridos 15 minutos, en el caso de ejercicio extenuante esta recuperación se da pasados 30 minutos (McMurray et al, 1993. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Dale, Mullimax & Bryan, 1982).

Por otra parte la taquicardia fetal observada en algunos casos a continuación del ejercicio materno puede ser una reacción compensatoria a la bradicardia, a veces no detectada durante el ejercicio (Wells, 1992).

En referencia a la bradicardia fetal, ésta ha sido observada ocasionalmente y de forma transitoria asociada con cargas de ejercicio aeróbico prolongado en gestantes con embarazos normales, tales respuestas ocurren más frecuentemente en situaciones de ejercicio máximo que en actividades de tipo moderado y normalmente el momento de incidencia es el inmediato-al-post-ejercicio (recuperación) (Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1994. McMurray et al, 1993. Artal et al, 1984. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. Dale, Mullimax & Bryan, 1982. Jokanovic, Kessler & Peterson, 1985).

Es importante destacar que la mayoría de mujeres que presentan una bradicardia fetal post-ejercicio tienen luego buenos resultados del embarazo (Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. McMurray et al, 1993. Dale, Mullimax & Bryan, 1982).

Muchas evidencias experimentales sugieren que cuando la bradicardia fetal se manifiesta a continuación de la práctica de ejercicio moderado, no representa un inconveniente de importancia desde el punto de vista clínico, pues es un sencillo mecanismo que actúa preservando el flujo de sangre y oxígeno y su adecuado reparto a cerebro, corazón y otros órganos vitales del feto.

Esta reducción de la FCF es en apariencia compensada por un aumento en el volumen sistólico fetal.

El propósito de esta reacción autónoma sería minimizar la utilización de oxígeno fetal (McMurray et al, 1993. Cohn, Piasecki & Jackson, 1980).

En definitiva, esta bradicardia fetal es en sí misma una respuesta adaptativa normal a la hipoxia fetal e inclusive un indicador de la misma en momentos tales como el parto.

La bradicardia fetal transitoria es, por tanto, uno de los factores que podrían estar sujetos a controversia y especulaciones (Wolfe et al, 1989a).

En resumen, en términos generales con referencia a las variaciones en la FCF durante el ejercicio materno, existe un acuerdo en considerar que la respuesta normal es un moderado incremento en este parámetro, el cuál retorna a los niveles de pre-ejercicio aproximadamente a los 15-20 minutos de haber finalizado éste. De la misma manera se considera a la bradicardia fetal transitoria como una respuesta normal y adaptativa, sobre todo en caso de ejercicio moderado (Wolfe et al, 1989a. Webb, Wolfe & McGrath, 1994).

#### **1.7.4. Movimientos fetales:**

La actividad intrauterina, en cuanto a los movimientos del feto, refleja el bienestar del mismo (Gorski, 1985. Riemann & Kanstrup, 2000). Hacia el final del embarazo, el feto también realiza movimientos para respirar con lo cuál se establece una relación directa entre los movimientos y la respiración.

El recuento materno de los movimientos fetales es el procedimiento de diagnóstico fetal más barato y antiguo conocido; es normal que el feto se mueva entre 3 y 12 minutos cada hora (González & Parache, 2001).

Como no existe aire en el saco amniótico, estos movimientos, aparentemente son un residuo del proceso evolutivo y seguramente ayudan a desarrollar un primitivo reflejo respiratorio en el futuro bebé. A lo largo del tercer trimestre los movimientos respiratorios ocupan casi una tercera parte del tiempo del bebé.

Los movimientos parecen ser un claro indicador del bienestar fetal, esto ocurre también durante la realización de ejercicio. Mientras la mujer está realizando ejercicio físico y especialmente inmediatamente después del mismo, el feto suele moverse más.

Parece existir una relación entre el nivel de actividad simpática materna y la incidencia de actividad fetal y movimientos respiratorios fetales efectuados a continuación del ejercicio materno; en ese sentido los resultados de ciertos estudios sugieren que los niveles de catecolaminas podrían alterar los niveles de glucosa y como tal los movimientos fetales (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Los fetos de madres con una presión sanguínea elevada aparentemente se mueven menos después de la actividad física (Artal, 1995).

#### **1.7.5. Flujo de sangre al útero durante el ejercicio materno:**

En relación a este tema se debe tener en cuenta que un adecuado suministro de sangre bien oxigenada al útero es esencial para el bienestar fetal (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. McMurray et al, 1993. Wolfe et al, 1989a. Lotgering, 1988. Wells, 1992. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994).

En el aspecto mecánico, la práctica de ejercicio físico provoca una redistribución del flujo sanguíneo dirigiéndose éste hacia las partes musculares ejercitadas en detrimento de la zona uterina, efecto que aumenta progresivamente a medida que se incrementa la intensidad del ejercicio (McMurray et al, 1993. Wolfe et al, 1989a. Lotgering, 1988. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Riemann & Kanstrup, 2000).

Siguiendo estudios realizados en animales, el resultado más inmediato de este proceso anterior sería que durante la realización de ejercicio, el flujo sanguíneo uterino podría estar comprometido por las necesidades hemodinámicas que el propio ejercicio trae consigo, sobre todo el de carácter intenso (Chandler & Bell, 1981. Clapp, 1980. Curet et al, 1976. Lotgering, Gilbert & Longo, 1983).

Uno de los hipotéticos riesgos producidos por el ejercicio físico, si éste es de carácter intenso, serían las disminuciones súbitas e intensas del flujo de sangre al útero, producidas por la intensidad de la actividad. Estas disminuciones pueden ocasionar daños fetales por hipoxia, si la reducción se transformase en crónica puede dar como resultado un retraso en el desarrollo (McMurray et al, 1993. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Wells, 1992). No debemos olvidar que estamos hablando de ejercicio de carácter intenso o máximo.

La mayor parte de la información con la que se cuenta en relación a este tema es producto de investigaciones sobre modelos animales (ovejas y cabras enanas) y algunos pocos estudios en humanos (Wells, 1992).

Estos últimos informan acerca de una mayor afinidad por el oxígeno en la hemoglobina fetal comparada con la materna, en consecuencia la sangre venosa umbilical fetal normal tiene un contenido de oxígeno mayor que la de la sangre materna.

Aparentemente la aumentada extracción de oxígeno por parte de los tejidos fetales compensa la ligera reducción (de alrededor del 10 %) en el flujo umbilical que se produce durante el ejercicio materno intenso (McMurray et al, 1993. Wolfe et al, 1989b. Lotgering, 1988. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Wells, 1992).

En colaboración con este último mecanismo (la aumentada extracción de oxígeno), se encuentra el hecho de que ante la mencionada reducción de sangre al útero, el flujo uterino interno se redistribuye a favor de la placenta, siendo éste mayor que el dirigido hacia la pared uterina (miometrio) como otro ejemplo de mecanismo de compensación (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991 . McMurray et al 1993. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola 1994. Lotgering, 1988. Wells, 1992).

En consecuencia aunque una disminución del flujo sanguíneo hacia el útero pueda ser perjudicial, existen diversos mecanismos que lo protegen de posibles riesgos. El resultado final de estos mecanismos es que la reducción en la liberación de oxígeno es menor de lo que la disminución en el flujo de sangre uterina pudiese sugerir (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991 . McMurray et al, 1993. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Lotgering, 1988. Wells, 1992).

Parece ser que el consumo de oxígeno uterino y umbilical permanecen relativamente constantes durante el ejercicio materno (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991 . McMurray et al, 1993. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Lotgering, 1988. Wells, 1992).

Es importante destacar que la magnitud de la reducción de flujo de sangre al útero depende de factores tales como intensidad, duración y postura del ejercicio que se desarrolle (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. McMurray et al, 1993. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Lotgering, 1988. Wells, 1992).

En un análisis fisiológico de este apartado, se debe destacar que la práctica de ejercicio produce una mayor liberación de catecolaminas circulantes, las cuáles pueden afectar de forma directa al feto, esto es debido a que la mayoría de estas catecolaminas son metabolizadas en la placenta y, eventualmente alrededor de un 10-15 % pueden alcanzar al feto. Estas catecolaminas pueden causar vasoconstricción, tanto maternal como fetal, con una variación en el flujo sanguíneo uterino y el consiguiente descenso en la perfusión fetal, una exposición fetal prolongada a estas condiciones ocasionaría, naturalmente, severos perjuicios fetales (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991 . McMurray et al, 1993).

Ahora bien uno de los mecanismos utilizados para medir el flujo sanguíneo uterino es la observación del Ratio S:D, se trata del ratio entre el pico sistólico y el pico diastólico medidos por un velocímetro Doppler en ciertas zonas de importancia (arteria uterina materna, arteria

umbilical fetal), si el flujo de sangre uterina decrece, éste ratio indudablemente se altera. De este modo, el mencionado ratio puede ser utilizado para evaluar el flujo de sangre tanto del útero como del propio feto (McMurray et al, 1993).

La mayoría de las comparaciones llevadas a cabo del Ratio S:D en relación a la arteria uterina materna, de la arteria umbilical fetal o de la aorta fetal, hechas antes y después de ejercicio moderado muestran leves cambios sin importancia ni significación (Watson, Katz & Hackney, 1991).

De tal manera que en base a lo anterior se puede especular con la idea de que la práctica de ejercicio físico de carácter moderado no ocasiona perjuicios a nivel de la circulación uterina y fetal; inclusive un reciente trabajo de Clapp sugiere que con la práctica de ejercicio durante el embarazo se obtienen beneficios de carácter hemodinámicos para madre y feto (Clapp et al, 1999).

#### **1.7.6. Respiración fetal durante el ejercicio materno:**

El feto requiere de un adecuado suministro de oxígeno y nutrientes para su normal metabolismo y desarrollo. Interferencias agudas en este suministro pueden ser causas de hipoxia y consiguiente alteraciones en su desarrollo (Wolfe et al, 1989a. Lotgering, 1988. Wolfe, Brenner & Mottola, 1994).

Ciertos estudios observaron un pasajero pero importante aumento de los movimientos respiratorios fetales durante el ejercicio materno; los investigadores sugirieron que podrían deberse a los cambios ácido-base

como consecuencia de alteraciones en la perfusión placentaria, aumento de las catecolaminas o estimulación mecánica procedente del tono muscular materno. Aparentemente estos movimientos respiratorios no se hallan relacionados con cambios maternos en los valores del pH, CO<sub>2</sub> o PO<sub>2</sub> (Marsal, Löfgren & Gennser, 1979. Wells, 1992).

Por otra parte, existe la certeza de que estos movimientos respiratorios se encuentran relacionados con la actividad simpática materna (Wells, 1992. Lotgering, 1988).

Es sabido que los movimientos comunes de respiración varían considerablemente en relación con los estados de actividad fetal. Por ello actualmente no resulta claro si los cambios observados durante el ejercicio materno pueden estar relacionados con el propio ejercicio o son un mero reflejo de las diferencias en el comportamiento fetal normal (Lotgering, 1988).

### **1.7.7. Termorregulación fetal:**

El metabolismo fetal es relativamente alto comparado con el materno, debido a esto la mayoría del calor producido por el feto es transferido a la madre a través de la placenta, mientras una mínima proporción es transferida a través de la piel fetal, flujo amniótico y pared uterina, esta compleja transmisión de calor ocasiona que la temperatura fetal normal sea 0,5 ° C mayor que la materna (Sternfeld, 1997).

El principal interés en conocer como evoluciona la temperatura fetal en respuesta al ejercicio materno radica en el hecho comprobado de

que el factor principal del cuál depende esta temperatura fetal es la temperatura materna (Lotgering, 1988. Sternfeld, 1997. Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b); a esto debemos unir que lógicamente el ejercicio materno aumentará este valor con el hipotético riesgo de efectos teratogénicos para el feto (Smith, Clarren & Harvey, 1978. McMurray & Katz, 1990.- McMurray et al, 1993. Lotgering, 1988. Sternfeld, 1997. Wolfe et al, 1989a. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. Wolfe et al, 1989b).

Según McMurray existen tres factores básicos que determinan la temperatura fetal, éstos son el metabolismo fetal, el flujo de sangre uterina y, principalmente la temperatura materna (McMurray & Katz, 1990).

Ahora bien, como sabemos existe un gradiente (0,5°C) de temperatura fetal mayor que materna y también sabemos que el feto traspa el exceso de calor a la madre de diversas maneras; a este respecto, la observación de cambios de la temperatura materna relativamente moderados durante la realización de ejercicio comparados con el estado no-gestante, sugieren un aumento en la capacidad de termorregulación fetal, lo cuál, naturalmente parece proteger al feto contra la hipertermia en la realización de actividad física materna (Sternfeld, 1997).

La mayoría de los estudios sobre termorregulación han sido diseñados con mujeres que se ejercitan a su normal ritmo de trabajo (Clapp, Wesley & Sleamaker, 1987. Jones et al, 1985). Estas investigaciones han demostrado que la temperatura materna no se

incrementa más de 1,5°C, lo cuál es considerado por los investigadores como un rango normal de variación que no ocasiona riesgos de tipo fetal.

La posibilidad de hipertermia materna es un factor teóricamente preocupante durante la gestación, en ese sentido no existen datos que sugieran que la realización de ejercicio moderado produzca efectos teratogénicos en el desarrollo fetal (McMurray et al, 1993).

En casos de ejercicio intenso, después de 40 minutos de ejercicio intenso (70 % VO<sub>2</sub> max) el retorno a los valores normales de temperatura fetal podría requerir aproximadamente 1 hora (Lotgerin, Gilbert & Longo, 1983), aunque es necesario destacar que este tipo de investigaciones se han realizado sobre animales.

### **1.7.8. Ejercicio materno y desarrollo fetal:**

Un extenso cuerpo de la literatura ha examinado este apartado, generalmente relacionando el peso del recién nacido en referencia con la edad gestacional de la madre; produciéndose una gran cantidad y variedad de resultados y conclusiones (Sternfeld, 1997).

Los tipos de estudios consultados son de diferente estructura y características, encontrando entre ellos trabajos de tipo "Casos", que no incluyen en el desarrollo de su investigación un grupo de control (Cohen et al, 1989. Ruhling, Cameron & Sibley, 1981).

Otros de tipo "Laboratorio" que centran el foco de su investigación en la relación entre la condición física valorada a partir de un determinado test de ejercicios y los resultados del embarazo (Pomerance,

Gluck & Linch, 1974. Erkkola, 1976. Dibblee & Grahaam, 1983. Wong & McKenzie, 1987).

Aquellos denominados “Casos y Controles o Intervención” que sacan conclusiones a través de la comparación de los resultados obtenidos de un grupo de Casos, que es sometido a un programa estructurado de ejercicio físico y los de un grupo de Control que no se le aplica la actividad física programada (Beckmann & Beckmann, 1990. Hall & Kaufmann, 1987. Wallace & Engstrom, 1986. Collings, Curret & Mullin, 1983. Kulpa, White & Visscher, 1987. Lewis, Yates & Driskell, 1988).

También se cuenta con estudios de tipo “Observacional” que valoran los datos propios de la actividad física y los resultados del embarazo de una amplia muestra de gestantes, datos que generalmente se obtienen a partir de entrevistas con las propias mujeres, siendo por esta causa, datos bastante subjetivos (Zaharieva, 1972. Clapp, 1990. Clapp & Dickstein, 1984. Hatch et al, 1993. Schramm, Stockbauer & Hoffman, 1996. Sternfeld et al, 1995. Berkowitz et al, 1983. Rose et al, 1991. Botkin & Driscoll, 1991. Dale, Mullimax & Bryan, 1982. Jarret & Spellacy, 1983. Rice & Fort, 1991).

En resumen, estas investigaciones muestra una gran variedad en cuanto a resultados y conclusiones, por ello no existe un amplio acuerdo entre los autores a la hora de determinar la influencia de la actividad física en los resultados del embarazo.

La causa de esta falta de acuerdo se puede deber a la referencia explicada anteriormente: las diferentes estructuras y características de los estudios, en definitiva, al diseño de cada trabajo (Sternfeld, 1997).

No obstante, a pesar de esto último, realizando una valoración general de los estudios consultados, se puede concluir que aquellas mujeres sanas que se integran en un programa de actividad física moderada durante su embarazo no tienen efectos negativos en cuanto al crecimiento y desarrollo fetal (Sternfeld, 1997. Van Doorn, 1992. Wolfe et al, 1989b. Riemann & Kanstrup, 2000. Maffulli & Arena, 2002).

En caso de ejercicio de carácter intenso, aparentemente cuando éste se lleva a cabo acompañado de ciertas condiciones adversas tales como trabajo físicamente duro, deficiencias nutricionales y prolongados períodos en posición de pie, podría ocasionar efectos negativos en el desarrollo fetal (Tafari, Naeye & Gobzie, 1980).

Lo mismo parece suceder en el caso de ejercicio de alta intensidad desarrollado por atletas cuando éste no es acompañado por una ingesta adecuada de calorías (De Cree, 1998).

Ciertos trabajos sugieren que así como aumenta la intensidad del ejercicio aumentan, entre otras, las demandas hormonales, la temperatura materna y fetal y, naturalmente las demandas circulatorias.

Por lo tanto, esto indica que los efectos que pueda causar la práctica del ejercicio físico en el crecimiento y desarrollo fetal están en estrecha relación con el tipo, duración, intensidad y frecuencia del ejercicio en cuestión (Mottola & Wolfe, 2000).

Ante esta situación y aún contando con una serie de mecanismos feto protectores que aparentemente actúan equilibrando estos efectos producidos por el ejercicio intenso (Mottola & Wolfe, 2000), como se resaltaba anteriormente, resulta lógico apostar por la moderación en el planteamiento del ejercicio físico a poner en práctica.

Todo parece indicar que existe un nivel óptimo de ejercicio que no pone en peligro el bienestar fetal, otorgando además beneficios fisiológicos maternos, aunque los mismos autores que sugieren esto, también llaman la atención sobre la necesidad de obtener nuevos datos acerca de la relación entre el ejercicio físico y la gestación (McMurray et al, 1993. Kramer, 1998).

## 1.8. Justificación de este trabajo de investigación:

Los distintos autores que se han ocupado de la relación entre la actividad física y el embarazo no se ponen de acuerdo en los posibles beneficios o perjuicios que para el feto y la madre puede suponer la práctica de ejercicio durante la gestación.

En análisis anteriores de ciertos parámetros maternos y fetales ya hemos destacado una de las características fundamentales con que cuentan la gran mayoría de estos estudios: la controversia y gran variabilidad en lo referente a los resultados y conclusiones de dichos trabajos.

Existen una serie de factores que pueden ser los responsables de esta situación.

Creemos que posiblemente una de las razones más importante de esta gran variabilidad de resultados hay que buscarla, a nivel global, en los diferentes diseños de estudios utilizados.

Según Lokey, debido al uso de diversos tipos de investigación, diseños, protocolos y programas de ejercicios, algunos de estos trabajos han dado como fruto resultados inconsistentes (Lokey et al, 1991).

Realizando un análisis más pormenorizado de los estudios, un primer factor a tener en cuenta con respecto a la citada variabilidad es el tamaño de las muestras.

A continuación se exponen algunos ejemplos (Tabla III) en los que podemos ver gran variedad en cuanto a la cantidad de mujeres que componen los grupos de estudio, inclusive se observan trabajos que no cuentan con grupo de control.

Autor	Muestra utilizada	
	Tratamiento	Control
Berkowitz et al. (1983)	58	41
Bonen et al (1992)	14	7
Campbell & Mottola (2001)	164	365
Clapp (1990)	87	44
Clapp , Little & Capeless (1993)	120 mujeres que realizan ejercicio	
Clapp & Capeless (1990)	77	55
Clapp & Dickstein (1984)	76	152
Clapp & Little (1995)	44 mujeres que realizan ejercicio	
Clapp & Rizk (1992)	18	16
Clapp et al (1998)	52	52
Clapp et al (2000)	22	24
Clapp et al (2002)	80 mujeres tres niveles de ejercicio	
Clapp, Wesley & Sleamaker (1987)	10 corredoras	
Collings,Curret & Mullin (1983)	12	8
Erkkola & Makela (1976)	23	21
Hall & Kaufmann (1987)	452	393
Hatch et al 1998	Estudio hecho en 557 mujeres embarazadas	
Heenan & Wolfe (2000)	15	15
Horns et al (1996)	48	53
Kardel & Kase (1998)	42 (Varios niveles de intensidad de ejerc)	
Kulpa, White & Visscher (1987)	38	47
Marquez et al (2000)	9	6
Mcphail et al (2000)	33 mujeres que practican ejercicio	
Pivarnik et al (1990b)	16 mujeres que realizan ejercicio	
Sibley et al (1981)	7	6
Sternfeld et al (1995)	388 (Varios niveles de intensidad de ejerc)	
Wong & McKenzie (1987)	10	10

**Tabla III: Trabajos de actividad física y embarazo y muestra utilizada**

La forma de realización y control de la variable ejercicio físico es otro apartado a tener en cuenta, esto depende evidentemente del tipo de estudio del que se trate (experimental, no experimental, etc.). En la gran mayoría de los casos, los datos referentes a la intensidad y el tipo de ejercicio se obtienen mediante encuestas realizadas a la gestante durante el curso de su embarazo (Hatch et al, 1998. Campbell & Mottola, 2001. Sternfeld et al, 1995. Misra et al, 1998. Clapp & Dickstein, 1984. Klebanoff, Shiono & Carey, 1990. Wong & McKenzie, 1987. Barnes, Adair & Popkin, 1991. Magann et al, 2002).

Esto, evidentemente, ocasiona una serie de circunstancias que afectan a la calidad del trabajo, en primer lugar supone que no se lleva una guía y control personal y permanente de la realización de la actividad, por otra parte incluye el hecho de no efectuar la explicación y correcciones correspondientes para la realización de los ejercicios propuestos (posturas, ritmo de ejecución, recuperación, etc.), y por último, aunque no menos importante, no se cuenta con un factor ya destacado en el de Material y Método: la motivación que puede generar en la mujer embarazada compartir una actividad grupal guiada por un profesional (Koltin & Schultes, 1997).

En otros casos, se diseña a la gestante un plan de trabajo que debe desarrollar sin explicar claramente si lo hace por su cuenta o bajo supervisión de un profesional (Kardel & Kase, 1998. Clapp & Rizk, 1992), siendo una minoría los trabajos en los cuáles el ejercicio físico es conducido y controlado por un profesional de la Actividad Física y el Deporte (Ohtake & Wolfe, 1998. Avery et al, 1999. Clapp et al, 2000).

Creemos, como se ha explicado anteriormente, que no se consigue la misma respuesta física y fisiológica en la realización de cualquier actividad física si la persona realiza el trabajo por su cuenta que, en cambio, si el grupo es dirigido por un profesor, inclusive en cuanto a tiempos de ejercitación.

Por lo cual confiar la puesta en práctica de determinados programas de ejercicio físico a la simple información de esos programas y recogida de datos posteriores (muchas veces telefónicamente) nos parece menos fiable que, como proponemos, la programación y conducción de las clases por medio de un equipo compuesto por profesionales de la Medicina y de la Educación Física.

Otro punto de importancia es el tipo de actividad física al que se refiere cada estudio; con relación a esto, la variedad es también manifiesta. Existen investigaciones en las que el trabajo abarca ejercicios de fuerza muscular, entrenamiento por intervalos y entrenamiento de resistencia (Kardel & Kase, 1998), otros agrupan dentro de la actividad física tanto el ejercicio como la actividad ocupacional desarrollada en la vida laboral y diaria para luego subdividir grupos por tiempo de ejercicio o gasto calórico diario (Hatch et al, 1998. Hatch et al, 1997. Magann, Evans & Newnham, 1996. Rose et al, 1991. Schramm, Stockbauer & Hoffman, 1996), existen estudios en base a carrera y danza aeróbica (Clapp & Dickstein, 1984. Clapp & Capeless, 1990), sólo carrera (Dale, Mullimax & Bryan, 1982. Jarret & Spellacy, 1983), tapiz rodante (Bessinger, McMurray & Hackney, 2002), "step" normal y "step-aerobics" (Clapp et al, 2000), natación o

actividades acuáticas (Rice & Fort, 1991. Sibley et al, 1981. McMurray et al, 1988a. McMurray et al, 1988b. Del castillo, 2002), cicloergómetros o actividades propias del ciclismo (O'Neil, 1996. Heenan, Wolfe & Davies, 2001. Macphail et al, 2000); también algunos autores agrupan el ejercicio en "variedad de actividades físicas de tiempo libre" (Berkowitz et al, 1983. Erkkola, 1976. Klebanoff, Shiono & Carey, 1990. Sternfeld et al, 1995. Treadway & Young, 1989. Pivarnik et al, 1994); inclusive se ha realizado un estudio de una maratoniana que continua su entrenamiento durante un embarazo gemelar (Davies et al, 1999).

En relación a este último factor es importante aclarar que existe una primera línea de división que se presenta como fundamental, por un lado se encuentran las actividades en las que la mujer debe soportar y mover el peso de su cuerpo (más el peso extra generado por la gestación): caminar, correr, realizar diversos movimientos y ejercicios; mientras que por otro lado están aquellas actividades en las que este peso es parcialmente disminuido con ciertos apoyos: cicloergómetro, bicicleta estática; o bien la posición corporal de realización de ejercicio cambia totalmente y no existe un compromiso de volumen y "peso extra" para la práctica de actividad, como es el caso de la natación (Wells, 1992. Ezcurdia, 2001).

Otra línea de división se establece en torno a la estructura de trabajo propuesta, en ese sentido se pueden agrupar en dos vertientes, por una parte aquellos programas en los que la actividad proviene del mundo del entrenamiento deportivo: intervalos, trabajo en cicloergómetro, trabajos de fuerza muscular; y por otro aquellos en los

que el ejercicio es de carácter claramente lúdico o recreativo: programas de danza, gimnasia, trabajo en piscina, etc. Es indudable que con esta división se entra claramente en otro factor de suma importancia en la clasificación de los trabajos de investigación: la intensidad.

La intensidad de la actividad física que se realiza varía de un estudio a otro, si bien la gran mayoría de los trabajos se hacen sobre la base de las recomendaciones del ACOG que habla de una moderación en la intensidad, otros llegan a la práctica de un ejercicio intenso, submáximo, o incluso máximo (Kardel & Kase, 1998. Van Doorn et al, 1992. Marquez et al, 2000. Sibley et al, 1981. Treadway & Young, 1989. Heenan, Wolfe & Davies, 2001. Macphail et al, 2000).

El empleo o no de las llamadas “variables confundidoras” dentro del diseño de trabajo y posterior tratamiento estadístico de los resultados tampoco es el mismo entre las diversas investigaciones. En algunos casos la debilidad de ciertas investigaciones puede deberse al fracaso en el uso adecuado de esas variables confundidoras (Simpson, 1993. Campbell & Mottola, 2001).

Como ejemplo de lo anterior encontramos por un lado trabajos que incluyen ya dentro de las variables peso de nacimiento, síntomas del embarazo, ganancia de peso materno, complicaciones del embarazo y complicaciones perinatales, edad, edad gestacional, alcohol, tabaco, actividad ocupacional, raza, educación, paridad e historia de posibles resultados adversos de otros embarazos; ya sean como variables propias de resultados o como “variables confundidoras” (Sternfeld et al, 1995).

Hatch et al, 1993. Schramm, Stockbauer & Hoffman, 1996. Campbell & Mottola, 2001).

Por otro lado ciertos estudios simplemente se ocupan de las variables a medir sin incluir ningún factor más que pudiese actuar como “sesgo” en los resultados obtenidos (Jarrett & Spellacy, 1983. Rice & Fort, 1991. Rose et al, 1991).

Por último, encontramos un factor de capital importancia, es el tipo de variables utilizadas, es decir: qué es lo que se va a medir, en ese sentido existe una clara y palpable división entre estudios que se ocupan de factores más puramente fisiológicos (Ueland et al, 1973. Paolone et al, 1987. Heenan & Wolfe, 2000. Heenan, Wolfe & Davies, 2001. Wolfe et al, 1999a . Wolfe et al, 1994. Kemp, Creer & Wolfe, 1997. Macphail et al, 2001. Clapp, Wesley & Sleamaker, 1987. Clapp, Little & Capeless, 1993. Clapp & Capeless, 1991a. Pivarnik et al, 1993. Pivarnik et al, 1990a. Pivarnik et al, 1990b) que aquellos que atienden a los resultados de embarazo como es nuestro caso (Sternfeld, Sydney & Eskenazi, 1992. Peoples et al, 1991. Wolfe et al, 1999b. Clapp & Dickstein, 1984. Clapp & Little, 1995. Clapp, 1990. Clapp et al, 2000. Clapp & Capeless, 1990. Clapp & Rizk, 1992. Kardel & Kase, 1998. Marquez et al, 2000).

En relación a esto último y de acuerdo a lo expresado por Sternfeld, creemos que existe un importante vacío en las investigaciones que se ocupan de esos resultados (Sternfeld et al, 1995 ).

De todas formas, como decíamos al principio, es destacable que la mayoría de los estudios concluyen afirmando que el ejercicio durante el embarazo es seguro si se desarrolla con moderación (Lokey et al, 1991),

lo cuál si bien no resuelve muchos interrogantes del tema en cuestión, si brinda apoyo científico para seguir trabajando en la línea del ejercicio físico no extenuante.

Por nuestra parte, pensamos que es demasiado arriesgado buscar resultados genéricos para dos procesos tan amplios y complejos como la gestación y el ejercicio físico.

Se debe definir de manera más objetiva el tipo de actividad física a que se refiere cada estudio, lo que obviamente nos dará resultados y conclusiones para cada forma de actividad física en particular.

En ese sentido nuestro trabajo brinda conclusiones en el apartado de ejercicio físico de tipo aeróbico moderado, ajustado a una serie de normas y recomendaciones (ACOG, 1994. ACOG, 2002. Wolfe et al, 1989b) y conducido por un profesional, nos estamos refiriendo a clases organizadas de gimnasia con una serie de características ya definidas anteriormente.

En lo relacionado a la obtención de datos, utilizamos aquellos que son productos de los resultados de embarazo, así como algunos que se obtienen durante el curso del mismo, como es el caso de la evolución de la tensión arterial o la sobrecarga de glucosa que se realiza entre la 24 y 28 semanas de gestación, o a veces entre la 24 y la 26 semana.

Entendemos que esta forma de trabajo es la manera más correcta de aportar algo de luz y claridad en ciertos aspectos aún confusos en lo referente al ejercicio físico durante la gestación.

## **2. OBJETIVOS**



## 2. Objetivos:

A lo largo de los últimos quince años, los estudios que han investigado acerca de la práctica de ejercicio durante el período de gestación han demostrado que las mujeres embarazadas que tienen buena condición física presentan la capacidad de adaptarse o ajustarse a las demandas fisiológicas, a veces conflictivas, del período de gestación más las necesidades propias del ejercicio durante el embarazo (McMurray et al, 1993).

Un ejemplo de esto, ya explicado anteriormente, es la disminución del flujo sanguíneo uterino producido por la utilización de los diferentes músculos protagonistas del ejercicio; en este caso, aparentemente ciertos mecanismos compensatorios materno-fetales actúan aumentando la extracción de oxígeno y redistribuyendo el flujo sanguíneo, lo que consigue mantener relativamente constante la oxigenación fetal (Curet et al, 1976, Wolfe et al, 1989a).

De la misma manera, aunque el ejercicio incrementa la temperatura basal del organismo, en apariencia existe un aumento de la eficiencia para eliminar el calor corporal, lo que ayuda a mantener las temperaturas de las diferentes zonas del cuerpo por debajo del umbral teratogénico (Sternfeld et al, 1995).

También, en el aspecto metabólico, pueden ser utilizados recursos energéticos alternativos para la realización de ejercicio con el objeto de mantener un adecuado suministro de carbohidratos para el feto (Sternfeld et al, 1995).

Ahora bien, a pesar de los avances producidos en el conocimiento de la fisiología del ejercicio durante la gestación, hay todavía una falta general de consenso en lo referente al efecto del ejercicio durante este proceso en los denominados “Resultados del embarazo”.

Esta necesidad de conocimiento no es exclusiva del mundo de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. El campo de la Medicina, propiamente el de la Ginecología y Obstetricia, se encuentra de igual manera ante la necesidad de contar con bases más sólidas que permitan dar respuestas a muchas cuestiones relativas a la cantidad y calidad de ejercicio físico que es posible desarrollar durante el embarazo (Ezcurdia, 2001).

Ante esta situación, el presente trabajo de investigación pretende proporcionar evidencias nuevas o adicionales relativas a éste ámbito, desarrollando un programa que pueda ser utilizado y recomendado para un espectro amplio de población, cuyos hábitos previos al embarazo sean sedentarios o activos, y que a su vez sirva como referencia y guía para futuros trabajos de investigación en el campo del ejercicio físico y la gestación.

Creemos que el fundamento más sólido que podemos disponer para recomendar la práctica de ejercicio físico de carácter moderado durante el embarazo, es el hecho de que la mujer gestante que practica ejercicio aeróbico moderado durante su segundo y tercer trimestre de gestación, desarrolle todo el proceso de embarazo y parto sin ningún tipo de complicaciones.

Así también, es de esperar que los resultados materno y fetales (ganancia de peso amterno, evolución de la tensión arterial, peso de nacimiento, Test de Apgar, etc.) de las mujeres que practican actividad física, ofrezcan valores normales (o inclusive mejorados) en comparación con aquellas que no realizan ejercicio físico.

Todo esto convertirá el proceso de embarazo en una etapa más amena y, sin lugar a dudas, más saludable; sobre todo si tenemos en cuenta que el concepto de salud ha sufrido y sufre en la actualidad un cambio importante.

El estado de buena salud, que tradicionalmente se entendía como “ausencia de enfermedad” es, desde 1948, año de creación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), aceptado como una situación o un nivel de vida. Este nivel de vida debe proporcionar al ser humano una serie de hábitos y sensaciones cotidianas de modo de asegurar el bienestar en todos sus ámbitos.

Para ello colaboran de forma interrelacionada, una serie de factores, el ejercicio físico es uno de ellos y se manifiesta, cada día con más fuerza, como uno de los agentes protagonistas para el mantenimiento de esa calidad de vida, siendo en la actualidad uno de los hábitos cotidianos que las mujeres embarazadas desean seguir manteniendo a lo largo de su gestación.

En ese sentido, cuando una mujer inicia su etapa de embarazo tanto ella como los profesionales implicados en este único y singular proceso deben contar con los fundamentos y medios que permitan a esa mujer mantener o mejorar su nivel de vida.

Son, por tanto, objetivos de este trabajo:

1. Conocer clara y objetivamente la influencia del ejercicio aeróbico moderado, desarrollado durante el segundo y tercer trimestre de gestación, sobre el curso y resultados del embarazo.

2. Disponer de una base científica sólida que permita aconsejar la práctica de una actividad física moderada durante el embarazo sin ningún tipo de riesgos ni resultados negativos tanto para el feto como para la madre.

3. Establecer una relación de trabajo y colaboración con los profesionales de la Medicina que permita proyectar nuevos trabajos de investigación.

4. Llevar a cabo un trabajo de investigación cuyos resultados aporten un poco de claridad a un tema con cierta controversia (la relación entre el ejercicio físico y la gestación). Lo que sin dudas ayudará a la mujer embarazada, a desarrollar esta etapa de manera amena, activa y placentera.

### **3. MATERIAL Y MÉTODO**



## **3.MATERIAL y MÉTODO**

### **3.1. Consideraciones generales:**

Este trabajo de investigación se ha llevado a cabo por medio de una colaboración entre le INEF de Madrid, el Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Severo Ochoa de Leganés (SGOHSO) y el Centro de Salud “María Montesori” de Leganés.

Según Wolfe, uno de los autores más relevantes en el campo de la actividad física y el embarazo, el tipo de estudio óptimo en relación a este ámbito es aquél que contempla entre otras características:

- Dos grupos de trabajo, uno de tratamiento (o casos) al que se le aplica la intervención del investigador, en este caso ejercicio físico, y otro de control al cuál no se le somete a intervención alguna.
- Un informe médico inicial al integrarse en el estudio.
- Una monitorización o guía del trabajo físico.
- Seguimiento médico en relación a su estado y bienestar físico a lo largo de la fase experimental,
- Valoración de todos aquellos aspectos que puedan actuar como modificantes en los resultados del embarazo(variables confundidoras), aspectos tales como edad, edad gestacional, profesión, paridad anterior, nivel de estudios alcanzados, etc. (Wolfe, Brenner & Mottola, 1994).

No siempre los estudios que se han realizado y se llevan a cabo cumplen estos requisitos, de todas formas aportan conclusiones que son válidas y son tenidas en cuenta en el apartado de discusión.

De modo tal y siguiendo las recomendaciones anteriores, se diseñó un trabajo experimental del tipo de Casos y Controles (Clapp & Capeless, 1990. Clapp et al, 1998. Kemp, Greer & Wolfe, 1997. Wolfe et al, 1999a. Wolfe et al, 1994. Campbell & Mottola, 2001) por medio del cuál se ha seleccionado un grupo de población (casos) al que se le ha sometido a un tratamiento determinado, en este caso ejercicio físico, mientras se determinó también otro grupo de idénticas características poblacionales (controles) que no ha recibido intervención por parte del investigador.

Una vez concluida la fase de “tratamiento de la muestra” se realizó la obtención de datos para llevar a cabo su correspondiente análisis estadístico.

Este tratamiento estadístico de los resultados dio paso, al correspondiente análisis e interpretación de cada una de las variables que forman parte de los resultados del embarazo, junto con otras que actúan como influyentes (también llamadas “confundidoras”).

Como parte unida a los resultados hemos incluido la correspondiente a la discusión, con el objeto fundamental de realizar una interpretación de esos resultados así como exponer, en algunos casos, las que a nuestro entender son las causas más concretas que actúan como condicionantes de los mismos.

Por otro lado, hemos citado y comparado nuestros resultados con los de otros trabajos de investigación, para de ese modo resaltar las coincidencias y divergencias más importantes.

Todo esto se realizó con el objeto de obtener los fundamentos necesarios para establecer las conclusiones que formaron el apartado final de nuestro trabajo.

### **3.2. Muestra:**

Se actuó en el Área de Salud N° 9 de la periferia de Madrid, correspondiente a las poblaciones de Leganés y Fuenlabrada, en las consultas de Obstetricia pertenecientes al área de referencia del Hospital Severo Ochoa.

Entre Febrero de 2000 y Mayo de 2001 se entrevistaron un total de 480 mujeres que acudían a su primera consulta prenatal, en esta primera entrevista se obtuvieron datos de tipo personal, médico, laboral, nivel de estudios terminados y de hábitos relacionados con la actividad física pasada y presente. Así como el consentimiento personal para integrarse en un grupo de ejercicio físico durante el segundo y tercer trimestre de embarazo.

Se establecieron los siguientes criterios de inclusión para formar parte de alguno de los grupos:

- No padecer ningún tipo de contraindicación de carácter médico absoluto.
- En caso de padecer alguna contraindicación de tipo relativa, se consultaba con su ginecólogo de referencia y con el equipo del

SGOHSO la conveniencia de incluir o no esta mujer dentro del programa, en base a las indicaciones de estos profesionales se tomaba la determinación oportuna.

De forma aleatoria se fueron formando los grupos anteriormente mencionados (casos y controles). Teniendo en cuenta la capacidad del lugar destinado para la realización de las clases: Centro de Salud “María Montessori”, estos grupos estaban compuestos por 15 mujeres.

De esta forma, a medida que estas mujeres daban a luz se procedía a una nueva fase entrevistas, selección aleatoria y formación de grupos.

Descripción del lugar destinado para las clases: la sala en la que se desarrollaron las clases está ubicada en una de las alas laterales del centro de salud. Se accede a la misma por una puerta de entrada dispuesta en un amplio pasillo que distribuye a los usuarios a las correspondientes consultas u otras dependencias del centro. Esta sala tiene unas dimensiones de 6 metros de ancho por 10 metros de largo, en una de sus paredes laterales están dispuestas tres amplias ventanas que dan al exterior y aseguran la luz natural durante gran parte del día (y evidentemente así lo fue para la realización de las clases) así como también una buena circulación y renovación del aire, el suelo es de baldosa normal, no obstante para la celebración de las clases se recubrió con un piso de colchonetas que cubría la totalidad del perímetro de la sala.

En relación a la forma de contactar con las mujeres, una vez formados los grupos se les informaba telefónicamente a las integrantes de los mismos y se les citaba para su participación en estas clases, a su

vez, cada gestante informaba a su ginecólogo de referencia su inclusión en el citado grupo de trabajo con el objeto de obtener la aprobación y el consentimiento por parte del profesional médico para el desarrollo de esta actividad. En el caso de existir alguna contraindicación total o parcial, el ginecólogo se ponía en contacto con nuestro equipo de trabajo para informar acerca de esto.

Con respecto al número total de mujeres, el estudio incluyó finalmente un total de 142 mujeres que se distribuyeron en los dos grupos de estudio de la siguiente forma:

*Grupo tratamiento:* integrado por 72 mujeres, ya que de las 78 incluidas inicialmente, 6 de ellas fueron excluidas por las siguientes razones:

2 por embarazos gemelares.

1 por padecer amenaza de parto prematuro.

3 por presentar cuadros de hipertensión arterial.

*Grupo control:* integrado por 70 mujeres, aunque inicialmente se seleccionaron 75 de las cuáles fueron eliminadas 5 por los siguientes motivos:

1 por embarazo tipo "mola".

2 por sangrados del primer trimestre.

2 por padecer hipertensión arterial.

En el apartado de Resultados y Discusión se ofrecen ciertas características de los dos grupos de trabajo en lo referente a determinados porcentajes (edad, actividad laboral, nivel de estudios, ejercicio anterior al embarazo, etc.)

### **3.3. Clases**

#### **3.3.1. Programación de la actividad física:**

Las clases fueron diseñadas por nuestra parte teniendo en cuenta que se trataba de ejercicio físico para mujeres embarazadas que en muchos casos no habían realizado actividad física o deporte a lo largo de su vida de forma periódica; una vez llevado a cabo el diseño, éste fue supervisado por los responsables del SGOHSO.

Se efectuó un seguimiento periódico del programa por medio de los profesionales médicos del SGOHSO a través de reuniones semanales e intercambio constante de información con nuestro equipo.

Las mujeres comenzaban su programa de ejercicio físico en la semana 14-15 y lo abandonaban en la 36. A cada una de ellas, al comenzar el programa se les entregaba un dossier explicativo con la gran mayoría de los ejercicios que se llevaban a cabo, con su correspondiente explicación por medio de una figura y un texto que aclaraba la posición correcta así como las repeticiones aconsejables para el desarrollo de cada ejercicio.

Esto tenía por objeto concienciar a las mujeres sobre la conveniencia de la correcta postura y desarrollo de los trabajos que componían cada una de las clases. Asimismo sirvió para que aquellas mujeres que por una razón u otra no podían acudir a alguna clase semanal, realizasen el trabajo de forma autónoma en su casa y de ese modo no ver interrumpido el ritmo y la continuidad del programa de actividad física en ningún momento.

### **3.3.2. Diseño de las clases:**

El criterio básico que se siguió para la elaboración de las clases se apoyó en las Líneas directrices del Colegio Americano de Ginecólogos y Obstetras (ACOG, 1994. ACOG, 2002), debido básicamente a que se trata de unas líneas de actuación básicas y seguras mantenidas por casi la totalidad de los trabajos de investigación consultados (Gorski, 1985. Wolfe et al, 1989b. Lokey et al, 1991. Wolfe & Mottola, 1993. Horns et al, 1996. De Cree, 1998. Pivarnik, 1998. Slavin et al, 1998). Intentando con esto asegurarnos el bienestar materno y fetal durante y después de la actividad física.

Estas líneas directrices incluyen tanto unas recomendaciones generales para la realización de ejercicio físico durante el embarazo así como unas contraindicaciones absolutas y relativas que se deben respetar a la hora de la inclusión de cualquier mujer embarazada en un programa de actividad física.

Estas recomendaciones han tenido siempre un peso importante en todo lo referido a ejercicio físico y embarazo a lo largo de los últimos años. Aunque de forma progresiva se han ido modificando en la medida en que se ha ido conociendo un poco más acerca de las reacciones maternas y fetales al ejercicio físico, para ser en la actualidad un poco menos conservadoras.

En el año 1985, en respuestas al auge del llamado "fitness" y la creciente popularidad de los programas de ejercicio físico prenatal, el ACOG publicó unas primeras líneas directrices para la realización de ejercicio durante el embarazo, que incluía una gran variedad de

actividades de tipo aeróbico, aunque advertía de los posibles riesgos y contraindicaciones de actividades que incluían impactos corporales tales como la carrera o el salto (Sternfeld, 1997. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Estas sugerencias planteaban una duración de 15 minutos como un tiempo aceptable para el desarrollo total de cada clase y una intensidad de trabajo que no superase las 140 puls./min. (Sternfeld, 1997).

En 1994, el ACOG revisó su postura y asumió una posición menos conservadora ante este tema (ACOG, 1994). Esta revisión se basó en las evidencias científicas acumuladas hasta ese momento acerca de la relación entre el ejercicio físico y el embarazo; básicamente estas evidencias indicaban que mujeres sanas, con embarazos normales, podían integrarse en programas de ejercicio físico moderado sin compromiso de crecimiento o desarrollo fetal, ni complicaciones para la evolución de su gestación y posterior parto. En este caso ya no se establecieron límites tan marcados para el desarrollo de la actividad (Sternfeld, 1997).

### **3.3.3 Recomendaciones generales:**

Se trata de las líneas directrices del Colegio americano de Obstetras y Ginecólogos (ACOG, 1994) para la realización de ejercicio durante el embarazo, son las siguientes:

- Todo programa de ejercicio físico debe ser seguro y agradable.
- En caso de duda, hay que decantarse siempre hacia la opción más segura.

- Los ejercicios para embarazadas deben tender hacia el beneficio de la resistencia aeróbica y la coordinación.
- El ejercicio físico regular siempre preferible al ocasional. Lo mejor es realizarlo entre 3 y 5 veces por semana.
- Las mujeres embarazadas no deberían superar un ritmo cardíaco de 140 pulsaciones por minutos mientras realizan ejercicios físicos en un ambiente no controlado. El grado de esfuerzo no debe superar el nivel 14 de la Escala de BORG o índice del esfuerzo percibido (EEP) (Artal, 1995).
- Para evitar lesiones músculo-esqueléticas se aconseja dedicar unos minutos a la entrada en calor y a la relajación final. La progresiva laxitud de articulaciones y ligamentos propia de la gestación predispone a las lesiones. Éste último también es el motivo por el cuál se debe tener precaución con los estiramientos excesivos durante el embarazo.
- Se debe informar a las gestantes que la parte más intensa de la sesión de ejercicios no debe superar nunca los 15 a 20 minutos. Este consejo tiende a prevenir un aumento excesivo de la temperatura corporal (hipertermia) así como las citadas lesiones músculo-esqueléticas. Por otra parte es posible realizar actividades aeróbicas suaves durante unos 45 minutos.
- Resulta básica una ingesta adecuada de calorías y líquidos.
- Entrenamiento con pesas: el levantar pesas venciendo una resistencia favorece el tono muscular y se puede realizar este trabajo dos veces por semana con un intervalo mínimo de 24 horas

entre ellos. Las pesas no deben ser más pesadas de 3kg (entre 1 y 3 kg. es la recomendación).

➤ Se debe evitar:

- Ejercicio que impliquen sobreesfuerzos y tensión excesiva.
- La maniobra de Valsalva.
- Elevaciones de temperatura corporal por encima de los 38°C.
- Movimientos violentos (balística).

### **3.3.4. Contraindicaciones del ejercicio físico y deporte**

#### **durante el embarazo:**

En conjunto se trata de las existentes fuera del embarazo, a las que hay que sumar aquellas situaciones que puedan aumentar el riesgo de prematuridad y/o crecimiento uterino retardado, se debe desaconsejar la práctica de ejercicio físico durante el embarazo a aquellas mujeres que tengan antecedentes obstétricos de prematuridad, crecimiento intrauterino retardado y sufrimiento fetal agudo (Ezcurdia, 2001. ACOG, 1994. ACOG, 2002).

En cuanto a las situaciones de hipertensión y diabetes gestacional, si bien forman parte de las contraindicaciones entendidas como relativas, recientes estudios proponen la realización de ejercicio físico como un medio terapéutico o medida coadyuvante para el tratamiento de estas enfermedades (Yeo et al, 2000. Yeo & Davidge, 2001. Bung et al, 1991.

Bung et al, 1993. Hernández, Jimeno & Escudero, 2000. García-Patterson et al, 2001).

**Contraindicaciones absolutas:**

- Enfermedad de miocardio activa.
- Insuficiencia cardiaca.
- Enfermedad cardiaca reumática (clase II o superior).
- Tromboflebitis.
- Embolismo pulmonar reciente.
- Enfermedad infecciosa aguda.
- Incompetencia cervical.
- Embarazo múltiple.
- Hemorragia genital.
- Rotura prematura de las membranas ovulares.
- Crecimiento intrauterino retardado.
- Macrosomía fetal.
- Isoinmunización grave.
- Enfermedad hipertensiva grave.
- Ausencia de control prenatal.
- Sospecha de sufrimiento fetal.
- Riesgo de parto prematuro.

**Contraindicaciones relativas:**

- Hipertensión arterial esencial.
- Arritmias cardíacas o palpitaciones.
- Historia de crecimiento intrauterino retardado.

- Historia de parto prematuro.
- Historia de abortos previos.
- Anemia u otros trastornos hematológicos.
- Enfermedad tiroidea.
- Diabetes mellitus.
- Bronquitis crónica.
- Presentación podálica en el último trimestre de gestación.
- Obesidad excesiva.
- Delgadez extrema.
- Limitaciones ortopédicas.
- Problemas de apoplejía.

En una reciente publicación, el ACOG establece una serie de síntomas ante los cuáles se debería interrumpir la práctica de ejercicio físico en embarazadas (ACOG, 2002):

- Mínimo sangrado vaginal.
- Disnea previa al ejercicio.
- Vértigo. Dolor de cabeza.
- Dolor retroesternal (en la zona del pecho, detrás del esternón).
- Debilidad muscular.
- Dolor o inflamación en pantorrillas (con el objeto de descartar una tromboflebitis).
- Disminución de movimientos fetales.
- Disminución de la cantidad de líquido amniótico.

### **3.3.5. Tipo de clases:**

Al elegir el tipo de clases, y en definitiva la modalidad de actividad física a desarrollar por las gestantes, resultó básico el hecho de conocer que el embarazo ocasiona en las mujeres importantes y continuos cambios de humor con altibajos apreciables de estados de ánimo (Ezcurdia, 2001. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. Koltin & Schultes, 1997); lo que sin duda ha exigido que el programa de ejercicio físico propuesto y que finalmente se puso en práctica haya procurado ser atractivo, ameno y divertido.

También fue un factor fundamental que se trató de una actividad que hemos planificado, puesto en práctica y evaluado por medio de nuestro seguimiento personal, sobre todo en lo referido al desarrollo de las clases, que han sido, sin lugar a dudas, parte fundamental de este estudio.

A la hora de consultar con los trabajos de investigación que relacionasen el ejercicio físico y el embarazo, la gran mayoría de estudios consultados se refieren a protocolos de trabajo desarrollados a través de cicloergómetros (Heenan, Wolfe & Davies, 2001. Macphail et al, 2000), tapiz rodante (Clapp et al, 2000. Clapp, 1989b), natación o actividades acuáticas (Rice & Fort, 1991. Sibley et al, 1981. Del Castillo, 2002) o simplemente “variedad de actividades físicas de tiempo libre” (Berkowitz et al, 1983. Erkkola, 1976. Klebanoff, Shiono & Carey, 1990. Sternfeld et al, 1995. Treadway & Young, 1989. Pivarnik et al, 1994).

Este tipo de diseño del trabajo físico, a simple vista, no pone en juego o al menos no tiene muy en cuenta, un factor determinante en la compleja mecánica del ser humano que se dispone a realizar actividad física, la motivación.

Es de esperar que la respuesta, es decir la disposición física y anímica de una mujer embarazada para practicar ejercicio físico, sea mucho más satisfactoria si este ejercicio se realiza junto con unas compañeras que comparten su estado de embarazo y la actividad es guiada por un profesional que le inspira confianza, todo ello llevado a cabo con unas instalaciones y unos medios materiales que hacen aún más atractiva la actividad. En este caso un lugar con buena luz natural, ventilado, con música agradable, junto con materiales adecuados para el desarrollo de las sesiones: colchonetas, rodillos, balones, sogas elásticas, etc.

De tal modo este trabajo se diseñó en base a clases de gimnasia de mantenimiento planificadas y conducidas por nuestra parte. Un factor fundamental a tener en cuenta fue que nuestra labor, en este caso la correspondiente al conductor de la actividad pudiese ser un referente importante a la hora de explicar ciertas posiciones para la realización de ejercicios así como también incentivar al grupo disponiendo todo lo necesario para una agradable sesión de gimnasia.

En definitiva, pusimos en práctica sencillos movimientos corporales, con apoyo musical, que respetando ciertas precauciones básicas producto de la situación de embarazo, trabajaron las diferentes

zonas musculares, evitando, como se aclara anteriormente, posibles riesgos o lesiones de cualquier tipo.

### **3.3.6. Estructura de las clases:**

Cada clase comenzaba con una entrada en calor de alrededor de unos 8/10 minutos, una parte central algo más intensa de aproximadamente 15 minutos y una vuelta a la calma de unos 7/8 minutos.

Para estructurar de tal modo la propuesta de clase nos hemos basado en el trabajo de Artal (Artal, 1995), por ser éste el que más se identificó con el planteamiento inicial de nuestra investigación.

### **3.3.7. Intensidad:**

La intensidad planteada fue la de una actividad física de carácter moderado. El fundamento básico para elegir un programa con este nivel de intensidad está apoyado en evidencias científicas que aseguran que con la práctica regular de ejercicio aeróbico moderado se pueden producir mejoras tanto en el estado físico general materno como en los resultados del embarazo sin comprometer el bienestar materno-fetal, gracias a una extensa gama de mecanismos que protegen y aseguran este bienestar (Wolfe, Brenner & Mottola, 1994. Sternfeld, 1997).

Sin embargo, superar el umbral del ejercicio moderado para internarse en exigencias físicas de carácter máximo o extenuante supone correr unos riesgos de salud para madre y feto en cuanto a respuestas metabólicas, cardiocirculatorias y hormonales; (Wolfe, Brenner &

Mottola, 1994. Wolfe et al, 1994. Clapp, 1991b. Mottola & Wolfe, 2000), inclusive, con el ejercicio de carácter máximo se podrían correr riesgos relacionados con el crecimiento y desarrollo fetal, así lo sugieren algunas investigaciones, aunque, como es lógico éstas hayan sido realizados en animales (Chandler & Bell, 1981. Clapp, 1980. Curet et al, 1976. Lotgering, Gilbert & Longo, 1983).

Ciertos estudios sugieren la existencia de factores como la redistribución del flujo sanguíneo, la utilización de carbohidratos como fuente de energía, el incremento en la concentración de catecolaminas circulantes, la temperatura corporal materna u otros, que durante la práctica de ejercicio físico de tipo intenso han demostrado ser perjudiciales para el crecimiento y desarrollo fetal (Wolfe, Brenner & Mottola, 1994).

El ejercicio físico durante el embarazo debe ser moderado (12 a 14 según la escala de BORG o EEP), con un ritmo cardíaco máximo de 140 pulsaciones por minuto. Este nivel ya es adecuado para obtener ventajas en el campo de la salud y puesta a punto aeróbica, incluso en mujeres no embarazadas, así como reducir al mínimo el riesgo de lesiones (Artal, 1995).

Por otra parte, el seguimiento de este criterio de moderación se observó en base al control de un parámetro fundamental: la frecuencia cardíaca, el límite de trabajo marcado fue las 140 puls/min, límite que cada mujer se controlaba de manera personal tras finalizar ciertos trabajos que pudiesen producir un pico de intensidad, particularmente en

la parte central de la clase (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. Artal, 1995).

El hecho de utilizar la frecuencia cardiaca como referente básico se debió a que ésta se presenta como el parámetro más utilizado por las investigaciones realizadas en este campo; además de que con ello se pudo tener una relación medianamente cercana del comportamiento de la frecuencia cardiaca fetal (Wolfe et al, 1989a).

De este modo, con el control personal periódico, cada gestante fue conociendo y reconociendo sus propias capacidades y límites durante el desarrollo de las clases con el objeto de no sobrepasar los límites establecidos.

A cada mujer se le explicaba con antelación la forma más correcta de medir su ritmo cardíaco y se le entregaba inclusive una hoja con un dibujo y un breve texto detallando la forma más correcta y sencilla de efectuar la valoración de la frecuencia cardiaca:

*Colócate dos dedos (índice y medio) sobre la arteria carótida, en el cuello, justo por debajo y al lado de la mandíbula; cuenta los latidos durante 15 segundos y multiplica por 4 para conseguir la cantidad de pulsaciones por minuto. También puedes tomarte el pulso en la muñeca, el codo o la sien (Artal, 1995).*



*Fig. 9: Control de la frecuencia cardiaca (Artal, 1995)*

Otro mecanismo utilizado para diseñar y controlar el carácter moderado de las clases y la práctica de los ejercicios fue el denominado “Índice de Borg o escala del esfuerzo percibido”, por medio de este instrumento se tiene conocimiento el nivel de esfuerzo con que cada mujer desarrolla una tarea y la percepción que tiene de los ejercicios llevados a cabo; se trató de encuadrar el trabajo central de las clases en los tramos 12 a 14 de esta escala.

6	
7	muy, muy ligero
8	
9	muy ligero
10	
11	bastante ligero
12	
13	algo fuerte
14	
15	fuerte
16	
17	muy fuerte
18	
19	muy, muy fuerte

*Tabla IV: Índice de BORG o escala del esfuerzo percibido (EEP) (Artal, 1995)*

También por medio de la valoración calórica del gasto de energía llevado a cabo por las gestantes en cada clase y en definitiva semanalmente, se buscó responder al carácter moderado con el que se diseñó el trabajo.

Los valores correspondientes al gasto de kilocalorías semanales fueron de 1000 Kcal. Este valor está en consonancia con lo que algunos autores establecen como el gasto correspondiente a un programa de ejercicio moderado (Artal, 1995. Hatch et al, 1998), y al mismo tiempo se manifiesta como un nivel de exigencia suficiente para provocar mejoras de orden fisiológico en el organismo materno (ACSM, 1990).

De tal manera la planificación de los ejercicios de clase y su valoración calórica se basó en la propuesta del trabajo de Artal (Artal, 1995) por un lado, y con el objeto de dar mayor fiabilidad a nuestro trabajo se utilizaron como complemento las valoraciones calóricas correspondientes a diferentes actividades físicas realizadas por otros autores (Taylor et al, 1978. Folsom et al, 1986. Simon, 1991), en estos trabajos se brinda una referencia exacta del gasto energético que corresponde a 1 minuto de ejercicios con las mismas características que los nuestros y además, en el caso de Taylor, se establece como el referente más utilizado para valoraciones de este tipo en una cantidad importante de trabajos consultados (Hatch et al, 1998. Alderman et al, 1998. Magann, Evans & Newnham, 1996).

Por ejemplo, en base a estas valoraciones sabemos que una mujer que camina de una manera normal y relajada (como se desarrolló la entrada en calor en nuestras clases) gasta una media de unas 4 Kcal/min, en ese sentido las mujeres comenzaban nuestras clases con unos 5 minutos de caminata acompañada por suaves movimientos de calentamiento, este suave ritmo de caminar se aumentaba un poco cuando se realizaba alguna actividad recreativa durante 3 minutos, lo que

representaba pasar a un gasto de unas 7 kcal/min; de esa misma manera el tipo de ejercicios que se pusieron en práctica en nuestras clases provocan un gasto en torno a las 6 kcal/min, excepto durante la parte central de la clase (15 minutos) en la cuál este gasto calórico se veía incrementado hasta las 8 Kcal/min; estos movimientos se llevaron a cabo durante unos 28-30 minutos de la clase, a lo que debemos agregar el gasto producido por los ejercicios de estiramiento realizados en la entrada en calor y durante la parte final de la clase.

Por último se estableció como una pauta a seguir por todas las mujeres, que los 2 días de la semana en los que no participaban de nuestra clase debían caminar a ritmo suave una hora diaria, con lo cuál se completaba el gasto calórico semanal correspondiente a las 1000 Kcal.

### **3.3.8. Frecuencia:**

La frecuencia fue de 3 clases semanales, las mujeres dieron comienzo al programa de clases a partir de la semana 14-15 (inicio del 2º trimestre) y realizaron ejercicio durante su 2º y 3º trimestre, hasta la semana 36.

El hecho de no desarrollar el programa desde el inicio del embarazo, evitando el ejercicio durante el primer trimestre, se basa en la aparente posibilidad de que el aumento de temperatura corporal ocasionado por la práctica de ejercicio pudiese causar efectos teratogénicos sobre el proceso de desarrollo fetal (de carácter negativos), como sugieren ciertos estudios ya detallados, si bien es cierto que estos estudios se refieren casi en su totalidad a cargas físicas de tipo máximo.

### 3.3.9. Ejercicios. Consideraciones Generales:

Siempre teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas en su gran mayoría por los profesionales de la medicina y que ya fueron comentadas anteriormente, las características de los ejercicios del programa fueron las siguientes:

- Cualquier programa de actividad física durante el embarazo debe ser seguro y ameno. Por lo tanto se intentó que las clases tuviesen, dentro de lo posible, un sentido recreativo, con ejercicios de carácter lúdico, en definitiva, hemos basado nuestro trabajo en ejercicios propios de gimnasia de mantenimiento y actividades recreativas.
- Toda la actividad realizada fue de tipo aeróbico.
- Se evitaron posiciones de trabajo en las que zonas sobrecargadas normalmente por el embarazo se vean aún más perjudicadas.
- El trabajo correspondiente a la flexibilidad se llevó a cabo en la entrada en calor y en la vuelta a la calma, teniendo siempre en cuenta que se trata de embarazadas, esto nos obligó una vez más a no incluir posiciones operativas forzadas en los ejercicios ni mantener excesivamente los tiempos de estiramiento de cada zona.
- Se procuró mantener previo a la actividad una adecuada ingesta de calorías y nutrientes, debido a que las clases se realizaban por la mañana (11,00 hs.) se les pedía a las mujeres que no acudiesen a clase sin haber mantenido un adecuado desayuno y abundante toma de líquidos.

➤ También como regla general y para eliminar riesgos potenciales, se evitó:

- Actividades que incluyeran la maniobra de Valsalva.
- Hipertermia (temperatura superior a 38° C).
- Movimientos bruscos.
- Posiciones de tensión muscular extrema.

### **3.3.10. Clasificación de los ejercicios:**

#### **3.3.10.1. Entrada en calor:**

En este apartado se han desarrollado todo tipo de juegos y actividades que incluyen:

Desplazamientos: con variantes de sentido, dirección, ritmo, sin llegar a realizar carrera.

#### Ejercicios de flexibilidad

#### Ejercicios específicos de calentamiento (suaves y variados):

- ✓ Tobillos.
- ✓ Rodillas.
- ✓ Caderas.
- ✓ Hombros.
- ✓ Cuello.
- ✓ Zona lumbar.
- ✓ Espalda.
- ✓ Pectorales.

En la gran mayoría de los casos se trató de movimientos de miembro superior (que pusieran en funcionamiento todo el tren superior) o miembro inferior (tren inferior):

- ✓ Círculos de hombros (adelante, atrás)
- ✓ Movimientos de flexión y extensión de brazos.
- ✓ Movimientos de flexión y extensión de piernas.
- ✓ Elevaciones frontales y laterales de miembro superior o inferior.

Así como también se pusieron en práctica sencillos juegos y actividades, tanto sin material, como con balones, aros, cuerdas, picas:

- ✓ Lanzamientos.
- ✓ Recepciones.
- ✓ Juegos de precisión.

### **3.3.10.2. Parte principal:**

Esta parte de la clase exige aumentar un poco la intensidad y, a veces cambiar el tipo de los ejercicios, otras veces se han realizado algunos de los ejercicios ya descritos en el apartado anterior pero con un poco más de intensidad, siempre respetando los límites establecidos y tendiendo al carácter lúdico de las actividades.

No obstante, se dividió nuestro trabajo entre juegos (grupales: por parejas, tríos, etc. e individuales) y ejercicios (éstos se referirán a una zona corporal más localizada):

A continuación se exponen algunos ejemplos de los juegos desarrollados:

**“Agrupamientos”:** Desplazarse libremente por todo el espacio en cualquier dirección y sentido, a la señal del profesor agruparse según la cantidad que este indique: parejas, tríos, cuartetos, etc.

**“Volver al aro”:** Por parejas, cada pareja ocupa su sitio (juntas dentro de un aro), a una señal comienzan a desplazarse separadas por todo el espacio, a una nueva señal deben volver a estar juntas dentro de su aro; la pareja que llega última se le carga un punto, cuando llega alguna pareja a tener tres puntos en contra, se acaba el juego.

**“Las cuatro esquinas”:** Grupos de cuatro, se dispone un cuadrado en la sala (no muy extenso) un grupo en cada esquina, a la señal del profesor cada uno de estos grupos debe trasladarse agrupado (de las manos, por ejemplo) a la esquina próxima siguiendo el sentido de las agujas del reloj; el grupo que llega último se le carga un punto.

**Nota:** Estos juegos se desarrollaron con el objeto de aumentar la intensidad de la clase de una manera amena y divertida, pero al mismo tiempo, con breves instantes de recuperación y descanso se llevó un control por nuestra parte para que las gestantes no se excedieran en la velocidad de los desplazamientos, y así, en definitiva, evitar sobrepasarnos con la intensidad total de la tarea.

**“La caracola”:** Todo el grupo cogidas de la mano forma una gran caracola, una de las integrantes del grupo las conduce por todo el espacio, se va cambiando la que conduce.

**“Los diez pases”:** Por parejas, enfrentada una compañera a otra, separadas por cuatro metros, un balón por pareja, a la señal del profesor deben comenzar a lanzarse el balón, sin que se caiga al suelo, hasta

completar diez pases, la pareja que antes los haga es la que gana. Si el balón se cae al suelo, se recomienza la cuenta.

**“La pelota flotante”:** grupos de cinco o seis, una pelota grande de poco peso o un globo por grupo, deben mantener la pelota o el globo en el aire con palmeos, al grupo que se le cae al suelo pierde un punto (hasta tres puntos perdidos).

**Juegos de lanzamientos de precisión:** utilizando balones, aros picas, cuerdas, etc.

Algunos ejemplos de ejercicios:

En este caso los ejercicios, a diferencia de los juegos, se han dirigido a partes más localizadas, se destacan las zonas corporales y algunas de las opciones de tareas que se desarrollaron:

**Hombros:** elevaciones y círculos de hombros, movimientos variados de brazos (círculos, elevaciones frontales y laterales, otros).

**Brazos:** flexión y extensión de brazos, tracción (cuerdas, picas).

**Pectorales:** aperturas de brazos, descenso de brazos con leve carga (una compañera sosteniendo las manos, por ejemplo).

**Abdominales:** todos las tareas girarán alrededor de las variantes de contracciones abdominales.

**Lumbares:** tareas de pie o sentadas, leve descenso y elevación de tronco con y sin suave resistencia.

**Espalda:** movimientos de apertura, descenso y tracción de brazos, en la mayoría de las tareas con la resistencia de las manos de una compañera.

**Glúteos:** variantes en movimientos de piernas (elevaciones, flexión y extensión, círculos, etc.), se realizarán siempre en posiciones no comprometidas, de rodillas o tumbadas de lado, sólo algunas veces, las menos, de pie.

**Parte anterior del muslo:** variantes en movimientos de piernas, que se realizarán siempre sentadas tumbadas decúbito dorsal (breve lapso de tiempo) o, en ciertas ocasiones, de pie.

**Parte posterior del muslo:** variantes en movimientos de piernas, que se realizarán siempre tumbadas decúbito dorsal o lateral, de rodillas y a veces de pie.

**Gemelos:** ejercicios de flexión y extensión plantar, sentadas o tumbadas con leve resistencia de una compañera, o de pie con el peso del propio cuerpo (ponerse de puntillas).

### **3.3.10.3. Vuelta a la calma:**

Esta parte de la clase estuvo compuesta, en su totalidad, por ejercicios de flexibilidad y de relajación, siempre teniendo en cuenta las recomendaciones anteriormente mencionadas y procurando incidir mayormente en las zonas corporales trabajadas en la parte principal.

Cabe aclarar que en los ejercicios de flexibilidad se ha evitado mantener posiciones en las que hubiese excesiva tensión de la zona muscular implicada.

### **3.4. Obtención de los datos:**

Los datos fueron obtenidos a partir de diferentes fuentes:

#### **3.4.1. Analíticas sanguíneas realizadas a las gestantes en cada trimestre de embarazo:**

Los instrumentos utilizados fueron los siguientes:

- Para el Hemograma se utilizó el ANALIZADOR ADVIA. Casa BAYER ®.
- Para las Pruebas Bioquímicas se utilizó el AUTO ANALIZADOR HITACHI 717. Casa ROCHE ®.

Se obtuvieron los siguientes datos:

#### **Sobrecarga oral de glucosa (Test de O' Sullivan):**

Como ya se ha explicado anteriormente, se trata de una prueba que se lleva a cabo entre las semanas 24 a 28 de embarazo con el objeto de medir el nivel de glucemia en sangre y descartar la posibilidad de una diabetes gestacional.

#### **Nivel de hemoglobina en sangre materna:**

El feto recibe oxígeno por difusión por medio de la circulación de sangre materna dentro de todos los sistemas fetales; un buen nivel de hemoglobina en sangre materna contribuye considerablemente a la transferencia de oxígeno a través de la placenta (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Debido a que el programa de ejercicio físico se ha llevado a cabo durante el segundo y el tercer trimestre, se tomaron los valores correspondientes a la última analítica que se realizó en cada una de las

gestantes con el objeto de conocer de qué forma influyó el ejercicio físico en estos valores.

**3.4.2. Anamnesis obstétrica:** de esta fuente se obtuvo:

**Edad:**

Como es lógico, a la hora de registrar estos datos, esto se debe materializar por medio de una escala, para ello nos hemos basado en la realizada por Klebanoff (Klebanoff, Shiono & Carey, 1990):

1. Menor de 20 años
2. De 20 a 25 años
3. De 25 a 30 años
4. Más de 30 años

Peso previo al embarazo en Kg  
 Altura en cm



En base a estos dos parámetros se estableció el **Índice de masa corporal (IMC)**

A su vez, según Pivarnik (Pivarnik, 1998. IM.SbcNSWGP, 1990), se establecieron los cuatro subgrupos siguientes de acuerdo con el IMC:

1. Menos de 19,8.
2. De 19,8 a 26,0
3. De 26,0 a 29,0
4. Más de 29,0.....

**Paridad :**

Basándonos en el trabajo de Hatch (Hatch et al, 1998) se establecieron tres grupos:

0. Ningún parto anterior
1. Un parto anterior
2. Dos o más de dos partos anteriores

**Abortos anteriores:**

Según el trabajo de Misra (Misra et al, 1998) se clasificó como:

0. Ningún aborto anterior
1. Un aborto anterior
2. Dos o más abortos anteriores

**Antecedentes de bajo peso de nacimiento en partos anteriores:**

Igual que en el caso anterior, según el trabajo de Misra (Misra et al, 1998) se estableció la siguiente clasificación:

0. Ningún parto anterior con bajo peso de nacimiento
1. Un parto anterior con bajo peso de nacimiento
2. Dos o más partos con bajo peso de nacimiento

**Antecedentes de parto pretérmino:**

En la misma línea, según el trabajo de Misra (Misra et al, 1998) se clasificó como:

0. Ningún parto pretérmino anterior
1. Un parto pretérmino anterior
2. Dos o más partos pretérminos anteriores

**3.4.3. Hoja de seguimiento del curso del embarazo:**

Es el informe general y periódico con el que el profesional médico va siguiendo la evolución del embarazo. De esta fuente se obtuvo:

### **Ganancia de peso materno:**

Este dato resultó de especial interés pues sabemos que, inclusive fuera del embarazo, la realización de ejercicio físico es uno de los agentes utilizados para control de peso corporal, de modo que resultó importante saber de que manera la realización de ejercicio aeróbico moderado podía influir en la ganancia de peso materno.

### **Tensión arterial media:**

Uno de los controles más importantes a los que se somete a las gestantes es el de la tensión arterial, ello debido a que uno de los posibles riesgos es el desarrollo de una hipertensión arterial durante el embarazo, de modo tal nos interesó conocer si la práctica de ejercicio aeróbico es un factor influyente en la evolución de tensión arterial.

### **3.4.4. Alta perinatal: se obtuvieron los siguientes datos:**

#### **Edad gestacional en semanas:**

Por medio de la obtención de este parámetro pudimos observar si la practica de ejercicio físico se puede transformar en un riesgo con respecto a la duración de la gestación y, en consecuencia, provocar un parto a pretérmino.

#### **Tipo de parto:**

1. Normal
2. Instrumental
3. Cesárea

**Tiempo de las etapas del parto:**

Tiempo del período de dilatación

Tiempo del período expulsivo

Tiempo del período de alumbramiento

**Datos del recién nacido:**

Sexo : Varón/Mujer

Peso en gramos

Talla en centímetros

Perímetro Craneal en centímetros

Test de Apgar 1 minuto

Test de Apgar 5 minutos

pH del cordón umbilical

**3.4.5. Entrevista inicial:**

**Otros datos obtenidos:**

A pesar de existir una gran cantidad y variedad de estudios que se ocupan de la relación entre el ejercicio físico y el embarazo, en la observación de los resultados que éstos ofrecen está presente de manera prácticamente constante la controversia, y en muchos casos los resultados son inconsistentes (Wolfe, Brenner & Mottola, 1994).

Una de las posibles causas puede ser los diferentes diseños empleados, que a menudo no tienen en cuenta las llamadas “variables confundidoras”, aspectos que de una u otra forma pueden influir en la fuente principal de datos: los resultados del embarazo (Simpson, 1993. Wolfe, Brenner & Mottola,1994).

En ese sentido, además de algunas ya señaladas anteriormente, tales como edad, IMC, paridad, abortos, partos pretérmino o nacimientos con bajo peso anteriores, este estudio ha empleado como covariables o variables confundidoras los siguientes datos:

**Ocupación:**

En este caso nos hemos basado en el trabajo de Simpson (Simpson, 1993), con lo cual la clasificación de la actividad ocupacional intentó cubrir todas las posibilidades de la población objeto de estudio:

1. Actividad laboral no sedentaria
2. Amas de casa
3. Actividad laboral sedentaria

**Actividad física desarrollada a lo largo un día cotidiano:**

Gran parte de los autores que se ocupan de estudiar la relación entre el ejercicio y el embarazo, tienen en cuenta que los grandes bloques de observación y análisis de la actividad física desarrollada por una mujer embarazada son: a) Actividad física ocupacional-laboral. b) Tareas domésticas. c) Ejercicio o deporte (Simpson, 1993. Misra et al, 1998. Klebanoff et al, 1990. Horns et al, 1996. Magann, Evans & Newnham, 1996. Schamm, Stockbauer & Hoffman, 1996. Monleón et al, 2001).

De tal modo, el presente apartado se planificó como complemento del apartado anterior (actividad ocupacional).

El propósito fundamental fue el de tener la mayor cantidad de datos posibles que permitiesen una valoración exacta de todas aquellas actividades que no son ejercicio físico recreativo o deporte, al ser ésta

última objeto de nuestro trabajo ya se encuentra lo suficientemente valorada.

Con respecto a la información solicitada a las mujeres embarazadas, algunos estudios valoran este apartado, o sus correspondientes subapartados, tomando como referencia la cantidad de veces que la mujer realiza esa actividad, por ejemplo “cantidad de veces que sube y baja escaleras en un día” (Misra et al, 1998); en nuestro caso hemos preferido guiarnos por otros autores (Magann, Evans & Newnham, 1996. Hatch et al, 1998) y pedir a las gestantes que nos informasen la cantidad de tiempo empleado en esas actividades, por entender que esto nos podría aportar datos más fiables y mejor valorables en el cálculo de la cantidad de energía gastada.

En este caso, se obtuvieron datos como fruto del tiempo empleado en 5 actividades básicas y cotidianas (5 días a la semana) como son: andar, subir y bajar escaleras, estar de pie, conducir un automóvil y las tareas domésticas.

Una vez obtenidos los datos acerca del tiempo empleado en cada unas de las diferentes actividades, se realizó una valoración calórica de la energía gastada en las diferentes actividades y tareas cotidianas (Simon, 1991. Taylor et al, 1978) y una suma total, con excepción del tiempo diario que la mujer permanece de pie y las tareas domésticas, con estos datos se crearon dos variables individuales por tratarse de actividades que de alguna forma podían influir en los resultados del embarazo de forma más significativa.

Además, en el análisis particular de cada actividad encontramos un acuerdo entre los autores al considerar la posición de pie como una de las más influyentes en algunos de los resultados perinatales (Sternfeld, 1997) y establecen la cantidad de 3 hs diarias como el punto medio para dividir dos grupos de referencia (menor intensidad y mayor intensidad) (Klebanoff, Shiono & Carey, 1990. Misra et al, 1998. Schramm, Stockbauer & Hoffman, 1996. Mamelle, Laumon & Lazar, 1984), por lo tanto de ese modo se planteó esta variante:

**Tiempo diario en posición de pie:**

0. Menos de 3 hs.

1. 3 o más de 3 hs.

**Tareas domésticas:**

En el caso de las tareas desarrolladas como trabajo de casa o tareas domésticas nos hemos guiado por la clasificación propuesta por Hatch (Hatch et al, 1998):

0. Menos de 10 hs. semanales

1. 10 o más de 10 hs. semanales

En lo que respecta a las otras tres actividades restantes, la cuantificación de la energía utilizada se podía objetivar por medio de dos formas, bien con tres niveles de intensidad: sedentario o leve, moderada y fuerte (Sanjose, Roman & Beral, 1991. Hatch et al, 1998), o con dos: sedentarias y activas (Horns et al, 1996), aunque algunos trabajos llegan a establecer hasta 4 (Misra et al, 1998) o incluso 5 grupos (Magann, Evans & Newnham, 1996) según al gasto calórico o el tiempo empleado en las diversas actividades.

Como es de esperar, en lo relacionado al umbral de referencia que se utiliza como punto medio para clasificar la muestra hacia el ámbito de más o menos activa, no existe una posición única, mientras algunos encuentran el pico de 1000 Kcal. semanales gastadas en unas actividades físicas concretas como el punto medio para la división de grupos (Hatch et al, 1998); otros estudios sugieren cuatro cantidades y cinco grupos de clasificación de gasto energético, en este caso total (todo tipo de actividad desarrollada) y diario: Igual o menos de 2300 Kcal/día, 2301 a 2500 Kcal/día, 2501 a 2700 Kcal/día, 2701 a 2900 Kcal/día y más de 2900 Kcal/día (Magann, Evans & Newnham, 1996).

Por nuestra parte, hemos encontrado que la clasificación propuesta por Hatch (Hatch et al 1998) es la que más se identifica con nuestro planteamiento, se establece de la siguiente manera.

**Actividad física semanal:**

- Sedentarias o menos activas: menos de 1000 kcal/sem
- Activas: 1000 o más de 1000 kcal/sem

**Nivel de estudios terminados:**

Lo mismo que sucede en el caso de la edad materna, Klebanoff (Klebanoff, Shiono & Carey, 1990) realiza una escala basada en la cantidad de años que la persona ha permanecido estudiando, esto, obviamente depende del país y sistema educativo donde se desarrolle el estudio de investigación.

En nuestro caso hemos encontrado más adaptable a nuestro sistema educativo la clasificación establecida por Hatch (Hatch et al, 1998) en un estudio de similares características:

1. Sin estudios realizados o estudios primarios terminados.
2. Estudios secundarios y/o FP terminados.
3. Estudios universitarios terminados.

**Tabaquismo:** Fumadora/no fumadora

**Hábitos de ejercicio físico a lo largo de su vida:**

Con los datos producidos por la Entrevista Inicial y en base a la clasificación realizada por Artal (Artal, 1995), se valoraron estos hábitos diferenciando cinco niveles:

1. Antes totalmente inactiva.
2. Antes sedentaria (algún ejercicio “de vez en cuando”).
3. Antes activa (ejercicio físico los fines de semana y de forma circunstancial los días de diario).
4. Antes muy activa (buen estado físico con ejercicio 3 o 4 veces a la semana)
5. Antes una atleta de élite o competición (entrenamiento casi a diario con el objeto de mejorar el rendimiento).

### 3.5. Tratamiento estadístico de los datos:

El programa estadístico utilizado fue el SPSS versión 10.0, propiedad de la Universidad Politécnica de Madrid, Licencia N° 7.837.489, los mecanismos que se emplearon para el procesamiento de los diferentes datos fueron:

#### *Prueba T de Student para muestras independientes:*

Se utilizó para la comparación de medias y formó parte del cuerpo más importante de nuestros resultados pues nos sirvió para observar los valores correspondientes a la casi totalidad de los llamados “resultados del embarazo” en relación a los dos grupos de nuestro trabajo, control y tratamiento (Martín-Andrés & Luna, 1990. Rodríguez & Herranz, 1998. Domenech, 1999).

De este modo pudimos observar la influencia del ejercicio aeróbico programado en los siguientes parámetros:

- Edad gestacional
- Peso de nacimiento
- Ganancia de peso materna
- Tensión arterial sistólica
- Tensión arterial diastólica
- Nivel de hemoglobina previo al parto
- Sobrecarga oral de glucosa (Test de O’Sullivan)
- Talla del recién nacido
- Perímetro craneal del recién nacido
- Test de APGAR (al minuto y a los 5 minutos)
- pH del cordón umbilical

- Tiempo del período de dilatación
- Tiempo del período expulsivo
- Tiempo de alumbramiento

Asimismo se utilizó este mecanismo de tratamiento estadístico para valorar la influencia de algunas de las variables consideradas como confundidoras (las que ofrecían dos grupos de análisis) en los resultados del embarazo, tales como:

- Tabaquismo
- Tiempo diario de pie
- Tiempo semanal dedicado a tareas domésticas
- Tiempo semanal dedicado a otro tipo de actividades físicas

***Test de ANOVA de un factor con DMS para variables dependientes:***

Por medio de este mecanismo estadístico pudimos observar la incidencia de otras “variables confundidoras” en los resultados del embarazo, las cuáles en este caso daban dos o más grupos de análisis (Domenech, 1999), de tal modo pudimos apreciar la importancia o no de los siguientes factores:

- Edad
- IMC (Índice de masa corporal)
- Actividad ocupacional (laboral)
- Paridad
- Abortos anteriores
- Historial de bajo peso en nacimientos anteriores
- Historial de parto/s a pretérmino anterior/es

- Nivel de estudios terminados
- Nivel de ejercicio desarrollado antes del embarazo

***Tablas de contingencia con el estadístico chi cuadrado:***

Se utilizaron para observar la influencia del ejercicio físico en las siguientes variables:

- Tipo de parto
- Sexo del recién nacido/a

Así como también para conocer ciertos porcentajes correspondientes a la estructura de cada uno de los grupos de trabajo (Martín-Andrés & Luna, 1990. Rodríguez & Herranz, 1998. Domenech, 1999).

De esta manera pudimos ver como estuvieron constituidos ambos grupos de trabajo con respecto a:

- Paridad
- Tabaquismo
- Actividad laboral
- Abortos anteriores
- Nacimientos con bajo peso anteriores
- Partos pretérmino anteriores
- Tiempo diario de pie
- Tiempo semanal utilizado en tareas domésticas
- Tiempo semanal dedicado a otras actividades físicas
- Nivel de estudios terminados
- Ejercicio anterior al embarazo



## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Consideraciones generales:**

El foco principal de este trabajo es valorar la influencia de la práctica de ejercicio físico aeróbico y moderado durante el segundo y tercer trimestre de embarazo en el desarrollo de la gestación, más concretamente en los resultados de la misma.

Para lo cuál, debido a que nuestro trabajo relaciona dos procesos complejos y de amplia magnitud, debemos tener en cuenta una serie de consideraciones generales que afectan a ambos: gestación y ejercicio.

La gestación provoca en la mujer una importante cantidad de cambios anatómicos y fisiológicos, ya descritos anteriormente, que podríamos resumir en:

- Desplazamiento del centro de gravedad con posibilidad de "hiperlordosis del embarazo" (De Miguel & Sánchez, 1993).
- Parestesias, diástasis de los rectos abdominales (De Miguel & Sánchez, 2001).
- Aumento del tamaño del corazón, aumento del gasto cardíaco en un 30-40% como consecuencia del leve aumento del volumen sistólico y del aumento de la frecuencia cardíaca (15 lat/min aproximadamente) (De Miguel & Sánchez, 2001. McMurray et al, 1993. Wolfe et al, 1989a).
- Aumento de la presión venosa en las extremidades inferiores (De Miguel & Sánchez, 2001).

- Aumento de la ventilación/minuto, aumento del consumo de oxígeno (De Miguel & Sánchez, 2001. McMurray et al, 1993. Wong & McKenzie, 1987).
- Aumento de las demandas energéticas (glucosa) por necesidades fetales (De Miguel & Sánchez, 2001. Sternfeld, 1997. Shephard, 2000. McMurray et al, 1993).
- Modificaciones hormonales de importancia (De Miguel & Sánchez, 2001. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

Por su parte, la práctica del ejercicio físico provoca, entre otros, los siguientes cambios:

- Aumento en las demandas cardiovasculares (Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. Wong & McKenzie, 1987).
- Aumento en las demandas respiratorias (Wolfe et al, 1989a. Wolfe et al, 1989b. Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991. Wong & McKenzie, 1987).
- Aumento en las demandas energéticas (Clapp, Wesley & Sleamaker, 1987. Wolfe et al, 1989a. Bonen et al, 1992. Treadway & Young, 1989).
- Diferentes posturas corporales (Artal, 1995).
- Modificaciones hormonales (Artal, Wiswell & Drinkwater, 1991).

El doble conflicto fisiológico producido por las alteraciones y demandas de los dos procesos, embarazo y ejercicio, abre un amplio

abanico de cuestiones a resolver (Wang & Apgar, 1998. Sternfeld et al, 1995).

Posiblemente una de las preguntas básicas es: ¿Pueden coexistir todas estas modificaciones sin que se produzcan riesgos para feto y madre durante el período de gestación, ni resultados negativos en el proceso de parto? (Sternfeld et al, 1995. Lokey et al, 1991).

La respuesta a esta pregunta es origen de controversia entre los investigadores (Kardel & Kase, 1998. Wang & Apgar, 1998. Wolfe et al, 1989a. Sternfeld, 1997). Esta controversia abarca, lógicamente, a la mayoría de los parámetros propios de la gestación, particularmente, a los resultados del embarazo, como se ha descrito en su apartado correspondiente.

En un análisis global, la gran mayoría de los estudios afirman que mujeres sanas, que desarrollan un embarazo normal, sin complicaciones, pueden practicar un programa de actividad física con una intensidad moderada, que permita mejoras de tipo fisiológico sin correr riesgos propios o para el feto (Sternfeld et al, 1995).

No obstante, cuando se efectúa un análisis de manera más pormenorizada, se encuentran algunos parámetros correspondientes al desarrollo de la gestación cuya información resulta contradictoria.

Por nuestra parte, los datos obtenidos son fruto de la observación de una serie de variables propias de los resultados del embarazo junto con otras pertenecientes al curso del mismo; pero además el hecho de contar con otras variables confundidoras, permite tener en cuenta

factores que pueden actuar como determinantes en la inclinación de ciertos parámetros hacia un lado u otro.

Estos dos grupos diferenciados de variables, resultados del embarazo y variables confundidoras, han sido tratadas estadísticamente por medio de diferentes mecanismos. No obstante, y como es lógico, merecen ser analizados en primer lugar globalmente, y luego de manera individualizada como se realiza a continuación.

#### **4.2. Análisis global de los resultados:**

Podemos observar que, a pesar de encontrar diferencias en los resultados correspondientes a algunas de las diferentes variables con relación a los grupos de control y tratamiento, estas diferencias no son estadísticamente significativas en la casi totalidad de las variables analizadas. Esto nos pone en consonancia con ciertos estudios de investigación (Sibley et al, 1981. Hall & Kaufmann, 1987. Simpson, 1993), pero especialmente con los trabajos de Sternfeld, en el que sus resultados muestran mínimas diferencias entre los grupos de estudio (Sternfeld, 1995), por un lado; y de Lokey por otro, éste realiza un interesante análisis de una cantidad importante de trabajos de tipo experimental (casos y controles).

El citado estudio analiza una gran cantidad de trabajos de investigación. Éste se lleva a cabo mediante el procedimiento estadístico del meta-análisis para estudios experimentales. En él, los resultados entre los grupos de ejercicio y control ofrecen diferencias mínimas, no significativas estadísticamente (Lokey et al, 1991).

### 4.3. Resultados materno-fetales:

En primer lugar, se presentan los resultados correspondientes al apartado descriptivo (estadísticos de grupo), para luego, analizar estadísticamente estos resultados por medio de mecanismo T de Student para muestras independientes.

0: Grupo Control

1: Grupo Tratamiento

	GRUPO	N	Media	Desviación típ.
Edad gestacional	0	70	39,501	1,137
	1	72	39,408	1,358
ganancia de peso	0	70	12,36643	3,38479
	1	72	11,47292	3,73541
tensión sistólica	0	70	113,7429	9,5730
	1	72	114,4444	9,0599
tensión diastólica	0	70	66,4286	8,4331
	1	72	65,9028	7,1860
sobrecarga de glucosa	0	70	126,04	29,61
	1	72	123,93	30,06
nivel de hemoglobina previo al parto	0	70	12,109	,860
	1	72	12,356	,860
tiempo de dilatación	0	58	6,3005	2,5432
	1	67	7,1201	3,5074
tiempo del período expulsivo	0	58	35,9828	31,5125
	1	62	32,5000	24,7802
tiempo de alumbramiento	0	57	7,7018	1,7005
	1	61	8,0984	2,2561
peso de nacimiento	0	70	3307,4286	474,2758
	1	72	3165,3056	431,8026
talla del bebe	0	70	49,750	1,853
	1	72	49,525	1,842
perímetro craneal	0	70	34,607	1,245
	1	72	34,265	1,320
Test de APGAR al minuto	0	70	8,80	1,21
	1	72	8,94	1,07
Test de APGAR a los 5 minutos	0	70	9,94	,29
	1	72	9,96	,20
pH del cordón umbilical	0	70	7,2651	5,605E-02
	1	72	7,2779	5,368E-02

Tabla V: Estadísticos de grupo

A continuación se exponen los resultados producto de la aplicación del mecanismo estadístico T de Student para comparación de medias en muestras independientes.

Parámetro	Prueba T para la igualdad de medias			
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
edad gestacional	,442	140	,659	9,310E-02
	,443	136,985	,658	9,310E-02
ganancia de peso	1,492	140	,138	,89351
	1,494	139,317	,137	,89351
tensión sistólica	-,449	140	,654	-,7016
	-,448	139,034	,655	-,7016
tensión diastólica	,400	140	,690	,5258
	,399	135,285	,690	,5258
sobrecarga de glucosa	,422	140	,674	2,11
	,422	139,975	,674	2,11
nivel de hemoglobina previo al parto	-1,710	140	,089	-,247
	-1,710	139,888	,089	-,247
tiempo de dilatación	-1,475	123	,143	-,8196
	-1,509	119,482	,134	-,8196
tiempo del período expulsivo	,675	118	,501	3,4828
	,670	108,190	,504	3,4828
tiempo de alumbramiento	-1,073	116	,286	-,3966
	-1,083	111,124	,281	-,3966
peso de nacimiento	1,868	140	,064	142,1230
	1,866	137,954	,064	142,1230
talla del bebe	,726	140	,469	,225
	,726	139,836	,469	,225
perímetro craneal	1,587	140	,115	,342
	1,588	139,872	,115	,342
Test de APGAR al minuto	-,753	140	,453	-,14
	-,751	136,983	,454	-,14
Test de APGAR a los 5 minutos	-,371	140	,711	-1,55E-02
	-,369	122,800	,713	-1,55E-02
pH del cordón umbilical	-1,387	140	,168	-1,2774E-02
	-1,386	139,288	,168	-1,2774E-02

*Tabla VI: Prueba de muestras independientes. T de Student*

**Edad gestacional:**

Nuestros resultados con respecto a la edad gestacional alcanzada por la totalidad de mujeres incluidas en nuestro trabajo, nos muestran que las diferencias entre los grupos son mínimas, prácticamente inapreciables. El grupo de control dio como media  $39,5 \pm 1,1$  y el grupo de tratamiento  $39,4 \pm 1,3$ .

Esto en principio nos permite especular con la idea de que el trabajo físico extra que para una mujer embarazada supone la realización de un programa de ejercicio físico no ocasiona riesgos en lo concerniente a la edad gestacional o la amenaza de un parto prematuro.

En el trabajo de Lokey (Lokey et al, 1991). Las mujeres que practican ejercicio durante su embarazo dan a luz con una edad gestacional de  $39,8 \pm 1,1$  semanas, mientras las que permanecen sin actividad física lo hacen en torno a las  $39,9 \pm 0,2$  semanas. Se observa por lo tanto aquí también una mínima diferencia.

Asimismo, la tendencia general con la que concluyen una cantidad importante de investigaciones que se ocupan de la incidencia del nacimiento pretérmino en relación con el ejercicio físico, es que la edad gestacional en el momento del parto que presentan los grupos de ejercicio y de control es similar y no ofrecen valores que representen riesgos para la salud fetal o el desarrollo del parto (Beckmann & Beckmann, 1990. Brenner et al, 1991. Clapp & Dickstein, 1984. Hall & Kaufmann, 1987. Kulpa, White & Visscher, 1987. Klebanoff et al, 1990. Alderman et al, 1998. Horns et al, 1996. Clapp & Capeless, 1990. Clapp,

1990. Clapp et al, 2000. Sternfeld et al, 1995. Hatch et al, 1998. Riemann & Kanstrup, 2000).

En un análisis más individualizado, mientras algunos estudios no encuentran diferencias en cuanto al tiempo de gestación (Beckmann & Beckmann, 1990. Brenner et al, 1991. Hall & Kaufmann, 1987. Kulpa, White & Visscher, 1987. Clapp & Capeless, 1990. Sternfeld et al, 1995), otros encuentran cinco días menos (Clapp, 1990), 8 días menos (Clapp & Dickstein, 1984) y dos días menos (Clapp et al, 1998. Clapp et al, 2000) de gestación en los grupos que practican ejercicio. Estos valores se encuentran, lógicamente dentro de los períodos de gestación considerados como normales.

En un trabajo con diferentes niveles de intensidad de ejercicio físico, Kardel encuentra que altos niveles de ejercicio se asocian con menor edad gestacional en el momento del parto, comparado con niveles de intensidad media, pero sólo para aquellas mujeres que dan a luz niñas (Kardel & Kase, 1998).

En referencia a la edad gestacional, un breve análisis merecen los trabajos que dentro de su estudio incluyen la relación de la actividad física diaria y ocupacional (laboral) con el nacimiento pretérmino. Según Simpson, se pueden encontrar dos tendencias diferentes con respecto a la significativa influencia de la actividad ocupacional en el nacimiento pretérmino (Simpson, 1993).

Con relación a esto último, existen estudios que encuentran un incremento significativo de nacimientos a pretérmino en mujeres que incluyen en su actividad física diaria tareas como trabajar por turnos,

subir y bajar escaleras, estar de pie durante períodos prolongados, mover o cargar objetos pesados (Mamelle, Laumon & Lazar, 1984. Homer et al, 1990. Eskenazi et al, 1994) e inclusive estar sentada frente al televisor en actitud sedentaria (Misra et al, 1998).

Por otra parte, ciertos trabajos concluyen asegurando que la proporción de niños/as nacidos a pretérmino no difiere entre las mujeres de trabajos activos y sedentarios (Klebanoff et al, 1990. Ahlborg, Bodin & Hogstedt, 1990).

Al margen de obtener diferentes resultados y establecer distintas conclusiones, la mayoría de los investigadores prestan especial atención al tiempo que las gestantes permanecen de pie diariamente. Nosotros así lo hemos hecho aunque no se ha manifestado éste como un factor influyente.

### Ganancia de peso materna:

Las medias de la ganancia de peso dadas en ambos grupos nos ofrecen una menor ganancia de peso en el grupo de tratamiento:  $11,4 \pm 3,7$  kg. No obstante, esta diferencia de peso con relación al grupo de control:  $12,3 \pm 3,3$  kg. no muestra significación estadística.

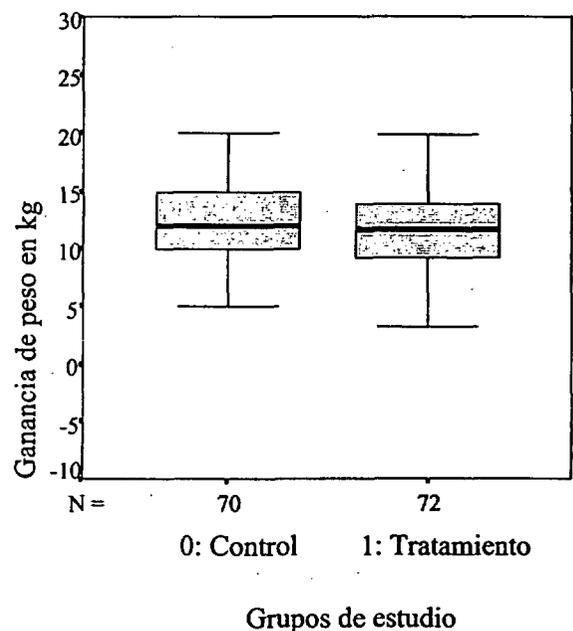


Fig.10: Ganancia de peso materno en los grupos de estudio

Por lo tanto, los resultados obtenidos nos alinean con aquellos autores que encuentran en los grupos de ejercicio una menor ganancia de peso materno además, y lo más importante, la media de ganancia de peso en el grupo de tratamiento (ejercicio físico) se encuentra entre los límites considerados como normales por los profesionales de la medicina (De Miguel & Sánchez, 2001).

En la misma línea de nuestro trabajo, la mayoría de los autores encuentran una menor ganancia de peso en los grupos que realizan actividad física durante su gestación (Beckmann & Beckmann, 1990. Clapp & Capeless, 1990. Clapp & Little, 1995. Clapp et al, 2000. Kulpa, White & Visscher, 1987), que en aquellas que mantienen un embarazo sedentario, en algunos casos esta diferencia es estadísticamente significativa ( $p < 0.01$ ) (Clapp & Capeless, 1990. Clapp & Little, 1995).

En el trabajo de Lokey, ya mencionado anteriormente, en lo referido a la ganancia de peso materno, destaca que las gestantes que continúan con el ejercicio ganan unos  $12,9 \pm 2,6$  kg. y aquellas que no lo hacen experimentan un incremento de  $14,2 \pm 0,7$  kg. (Lokey, et al 1991).

Esta menor ganancia de peso en las mujeres que realizan ejercicio aeróbico no afecta de ninguna manera el normal desarrollo de su embarazo (Lokey et al, 1991. Ezcurdia, 2001).

Cuando se han analizado los resultados de la ganancia de peso materno con relación a diferentes niveles de ejercicio, se ha encontrado que a mayor intensidad de ejercicio corresponde una mayor ganancia de peso materno. Al menos así lo demuestra un trabajo realizado por Kardel (Kardel & Kase, 1998).

Ciertas investigaciones han profundizado un poco más realizando además de la correspondiente evaluación de la ganancia de peso, una valoración del incremento de los pliegues de grasa subcutáneos, concluyendo en el mismo sentido de las referencias anteriores, un menor incremento en el grupo de ejercicio que el de control (Clapp & Little, 1995).

No obstante, a pesar de existir mayor cantidad de trabajos que concluyen a favor de una menor ganancia de peso en mujeres que continúan con su ejercicio durante el embarazo, existe un estudio que informa de una mayor ganancia de peso en ese grupo (mujeres que practican ejercicio), aunque esta diferencia es mínima:  $16,2 \pm 3,4$  frente a  $15,7 \pm 4,0$ . De todas formas, es importante destacar que la muestra con la que se ha realizado este estudio es pequeña, nueve mujeres en el grupo de ejercicio (casos) y seis en el de no-ejercicio (controles) (Marquez et al, 2000).

En ese sentido, ciertas investigaciones indican que aparentemente la realización de actividad física llevada a cabo hasta la mitad de la gestación podría actuar aumentando el volumen vascular de la placenta y promover una mayor ganancia de peso materno (Clapp & Rizk, 1992).

Es importante destacar que este parámetro es el que posiblemente esté más influenciado por otros factores al margen de la actividad física tales como edad, paridad, tabaco, raza, peso y grasa corporal previa al embarazo, ingesta calórica, eficiencia metabólica, y actividad ocupacional (Abrams & Laros, 1986. Langhoff-Roos et al, 1987. Naeye & Peters, 1982. Tafari N, Naeye & Gobezie, 1980. Rössner, 1999).

## **Evolución de la tensión arterial durante el embarazo:**

Nuestros resultados no muestran ninguna diferencia destacable entre los grupos de trabajo con respecto a este parámetro, tanto en lo referido a la tensión arterial sistólica: grupo control  $113,7 \pm 9,5$  y grupo de tratamiento  $114,4 \pm 9,0$ , como en la relación a la tensión diastólica: grupo de control  $66,4 \pm 8,4$  y grupo de tratamiento  $65,9 \pm 7,1$ .

Es importante aclarar que ninguna de las mujeres correspondientes al grupo de tratamiento ha desarrollado problemas de hipertensión arterial propios del embarazo. Esto nos brinda un margen de confianza importante para asegurar que la práctica de ejercicio no ocasiona problemas de hipertensión durante el segundo y tercer trimestre de gestación.

De todas maneras, a la hora de valorar los efectos de una actividad física en este ámbito, son bien conocidos los beneficios de la práctica regular de ejercicio físico de carácter moderado para el control de la tensión arterial (Yeo et al, 2000. Yeo & Davidge, 2001). Ahora bien, en el caso de la mujer embarazada no se debe olvidar que los riesgos de una tendencia a la hipertensión pueden causar severos daños tanto a la madre como al feto, máxime aún si esa tendencia desemboca en una anomalía como la preeclampsia.

En ese sentido, la práctica de ejercicio físico de tipo aeróbico y moderado, desarrollado de forma regular durante el embarazo podría contribuir a la prevención de una hipertensión gestacional o, al menos a reducir el riesgo de la misma en mujeres gestantes (Yeo et al, 2000).

Esto último, representa una de las futuras líneas de investigación que nuestro trabajo propone como pasos a seguir.

### **Sobrecarga oral de glucosa-Test de O'Sullivan :**

Como ya se ha explicado anteriormente en el apartado de modificaciones metabólicas, el embarazo se manifiesta como un estado diabetógeno, con una aumentada resistencia a la insulina; esto, sin dudas, pone a la mujer embarazada en una situación de riesgo para su salud y la de su bebé, que en el caso de desarrollar una diabetes gestacional, puede llegar incluso a situaciones de macrosomía fetal, además de una serie de complicaciones para el curso del embarazo y parto (González et al, 2001).

Entre otras medidas tales como la dieta equilibrada, el ejercicio físico es reconocido como un excelente agente coadyuvante tanto en la prevención como en el tratamiento de estas complicaciones (Hernández, Jimeno & Escudero, 2000).

La prueba que se lleva a cabo para descartar la posibilidad de esta diabetes gestacional es el llamado Test de O'Sullivan, el cuál consiste en la medición de los valores de glucosa en sangre una hora después de una sobrecarga de 50 gramos de azúcar. Esta prueba se realiza entre la semana 24 y 28 de gestación.

En relación a esto último, nuestros resultados correspondientes al Test de O'Sullivan de los grupos de control y tratamiento no arrojaron diferencias significativas entre los grupos de trabajo. La media del grupo control ( $126,04 \pm 29,6$  mg/dl) es ligeramente superior que la del grupo

de tratamiento ( $123,93 \pm 30,0$  mg/dl), aunque este parámetro ni siquiera se acerca al límite considerado como valor de riesgo (140 mg/dl).

Las investigaciones realizadas en este ámbito se refieren a mujeres diabéticas gestacionales a las cuáles se les aplica un programa de ejercicio físico.

En ese sentido Hollinsworth observó un mejor control glucémico en las mujeres que cumplieron un programa de actividades, sin apreciar complicaciones maternas ni fetales (Hollingsworth & Moore, 1987).

Dos de los investigadores que más han trabajado en este campo, Jovanovic y Peterson, observaron mejoras apreciables en mujeres que desarrollaron actividad física programada comparada con aquellas que no lo hicieron ( Jovanovic, Durak & Peterson, 1989).

En 1991, Bung puso en práctica un programa de ejercicio físico en diabéticas gestacionales que necesitan insulina para su correcto control metabólico; llegando a demostrar que con la realización de este programa de ejercicio no era necesario en estas mujeres el suministro de insulina (Bung et al, 1991).

Por último, Dye en 1997 llevo a cabo un trabajo muy peculiar y significativo dado el elevado número de pacientes. Sus conclusiones demostraron que las mujeres obesas (índice de masa corporal  $>30$ ) que practicaban ejercicio de forma regular presentaban una incidencia menor de diabetes gestacional que las que no lo hacían (Dye et al, 1997).

Sin lugar a dudas, a la hora de estudiar la influencia del ejercicio físico en el comportamiento de los niveles de glucosa sanguínea, nuestro trabajo de investigación no se identifica con estos anteriores, debido

fundamentalmente a que no se incluyeron en nuestros grupos de trabajo mujeres con anomalías del tipo de la diabetes gestacional. No obstante, todo lo anterior pone de manifiesto el protagonismo que el ejercicio físico tiene en el tratamiento del control metabólico como agente terapéutico, lo cuál indudablemente abre una importante línea para futuras investigaciones.

### **Nivel de hemoglobina previo al parto:**

Los resultados obtenidos nos muestran una mínima diferencia entre ambos grupos, siendo la media del nivel de hemoglobina escasamente superior en el grupo de tratamiento ( $12,35 \pm 0,86$  gr/ml) que en el grupo control ( $12,10 \pm 0,86$  gr/ml).

### **Tiempo de las etapas del parto:**

1. Tiempo del período de dilatación
2. Tiempo del período expulsivo
3. Tiempo del período de alumbramiento

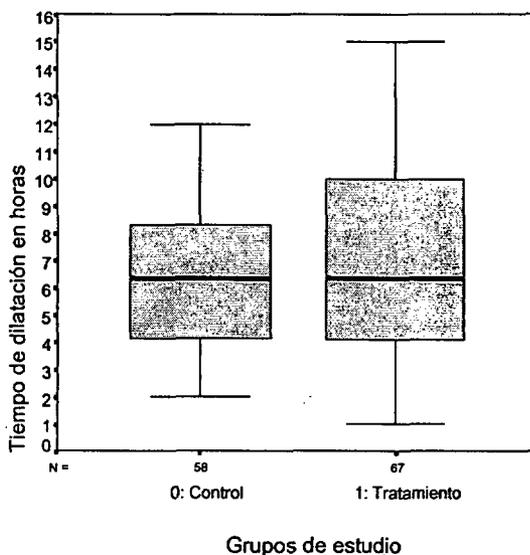
En referencia a estas variables es necesario aclarar que, aunque nuestro estudio se ha diseñado investigando cada unos de los tres periodos por separado, en una cantidad importante de los trabajos de investigación estos periodos se encuentran agrupados como uno solo, considerándolo tiempo de trabajo de parto (Sternfeld, 1997. Wells, 1992. Lokey et al, 1991. Schramm, Stockbauer & Hoffman, 1996. Kardel & Kase, 1998), mientras que en algunos se especifica como primera y segunda etapa del parto (Kulpa, White & Visscher, 1987. Clapp, 1990.

Beckmann & Beckmann, 1990. Horns et al, 1996). Por último, otros autores lo dividen en primera, segunda y tercera etapa (Clapp, 1990. Magann, Evans & Nehnam, 1996. Magann et al, 2002).

Por nuestra parte, los resultados obtenidos se han analizado teniendo en cuenta que aquellas mujeres que han parido por medio de una cesárea no están incluidas dentro de la observación de estas variables, más aún si pensamos que muchas de estas cesáreas son de tipo programada, es decir, cuando la mujer ingresa ya se sabe que el parto será de este tipo.

En ese sentido nuestros resultados son los siguientes:

1. Período de dilatación: los resultados nos muestran en el grupo de control una media inferior ( $6,1 \pm 2,6$  hs) que en el grupo de tratamiento ( $7,1 \pm 3,5$  hs); lo que puede deberse en parte al alto porcentaje de



**Fig.11:** Tiempo de dilatación en los grupos de estudio

nulíparas (mujeres que van a parir por primera vez) existente en el grupo de tratamiento (72,2%. N:52) comparado con el de control (57,1%. N:40). Sabido es que las gestantes con esta característica dilatan en un mayor lapso de tiempo, como se explica en el apartado correspondiente a *paridad*. De hecho, cuando analizamos los

resultados obtenidos sólo por las nulíparas de cada grupo, las medias son las siguientes: grupo control (N: 32):  $7,5 \pm 2,2$  hs y grupo tratamiento (N: 50):  $7,7 \pm 3,4$  hs.

2. Período expulsivo: en este caso el grupo de control muestra una media ligeramente mayor ( $35,9 \pm 31,5$  minutos) que el grupo de tratamiento ( $32,5 \pm 24,7$  minutos).

3. Período de alumbramiento: también se han obtenido resultados con mínimas diferencias: grupo de control  $7,7 \pm 1,7$  minutos, mientras que el grupo de tratamiento  $8,0 \pm 2,2$  minutos.

De la misma manera que en los parámetros anteriores, es interesante realizar un análisis global de los estudios que se ocuparon de este apartado, el meta-análisis de Lokey ya citado anteriormente nos muestra unos valores (en horas) correspondientes a las labores de parto para los grupos de ejercicio de  $10,1 \pm 4,5$ , mientras que para los grupos de control de  $7,3 \pm 1,2$ .

A pesar de estos datos anteriores, ciertos autores afirman que particularmente altos niveles de estado físico y actividad se asocian con cortos períodos en los trabajos de parto (Dibblee & Graham, 1983. Wong & McKenzie, 1987. Clapp, 1990).

Según la opinión de Wolfe (Wolfe, Brenner & Mottola, 1994), uno de los trabajos de investigación más cuidadosamente diseñados, justamente por especificar las diferentes etapas en el desarrollo total del parto (Clapp, 1990), encuentra que la práctica de ejercicio durante el embarazo se asocia con una actividad de parto temporalmente más corta,

264 min., contra 382 min. en aquellas mujeres que no realizaron actividad física.

Un estudio que valora el tiempo de parto teniendo en cuenta dos etapas (1ª y 2ª fase) no encuentra diferencia significativa para ninguna de las dos ni en el tiempo total del parto en ambos grupos (ejercicio y control) (Horns et al, 1996).

Según Sternfeld, existen en este caso, al igual que otros parámetros, una gran gama de resultados y conclusiones, es decir, autores que encuentran un menor tiempo en los trabajos de parto en grupos con ejercicio físico o entrenamiento, aquellos que no observan significancia en relación entre el ejercicio y el tiempo de parto y aquellos que están en la postura contraria, es decir un mayor tiempo de parto en grupos con ejercicio físico (Sternfeld, 1997).

En relación a la intensidad del ejercicio, según Kardel gestantes que lo practican a intensidad media presentan un tiempo de los trabajos de parto inferior en comparación con mujeres que desarrollan ejercicio de alta intensidad (Kardel & Kase, 1998).

### **Tipo de parto:**

En nuestros resultados, los porcentajes de los diferentes tipos de parto no presentan diferencias apreciables entre los grupos de trabajo (Tabla VII).

Los partos eutócicos (normales) presentaron porcentajes prácticamente idénticos en ambos grupos: control 71,4% y tratamiento 70,8%.

Únicamente hemos encontrado que el porcentaje de partos de tipo instrumental en el grupo de control (12,9%) es ligeramente inferior comparado con el del grupo de tratamiento (13,9%), aunque una vez más no se encuentra significación en términos estadísticos.

Con respecto a los partos por cesárea, los porcentajes obtenidos en ambos grupos son similares: 15,7% en el grupo control (0) y 15,3% en el grupo tratamiento (1).

		tipo de parto			Total
		1	2	3	
Grupos de estudio	0	50 71,4%	9 12,9%	11 15,7%	70 100,0%
	1	51 70,8%	10 13,9%	11 15,3%	72 100,0%
Total		101 71,1%	19 13,4%	22 15,5%	142 100,0%

*Tabla VII: Porcentajes relativos al tipo de parto.*

En relación a las investigaciones, algunos autores sugieren que el ejercicio durante el embarazo podría estar relacionado con el tipo de parto, aunque esto no está completamente claro (Sternfeld, 1997).

Hay estudios que están en consonancia con lo anterior, al presentar resultados que muestran una menor incidencia de partos por cesárea en grupos de ejercicio (Hall & Kaufmann, 1987) y en atletas (Erdelyi, 1962); pero en contrapunto hay otros que presentan un mayor porcentaje de cesáreas en corredoras (Dale, Mullimax & Bryan, 1982).

Entre estas posiciones anteriores se encuentran aquellos trabajos que no presentan diferencias significativas. Los resultados de Horns muestran un porcentaje de cesáreas en gestantes activas de un 25%, mientras que un 32% es el porcentaje de cesáreas en gestantes con

características sedentarias. Como se puede observar, esta diferencia es pequeña, de todas maneras se puede observar una menor incidencia cesáreas en grupos que realizan ejercicio (Horns et al, 1996).

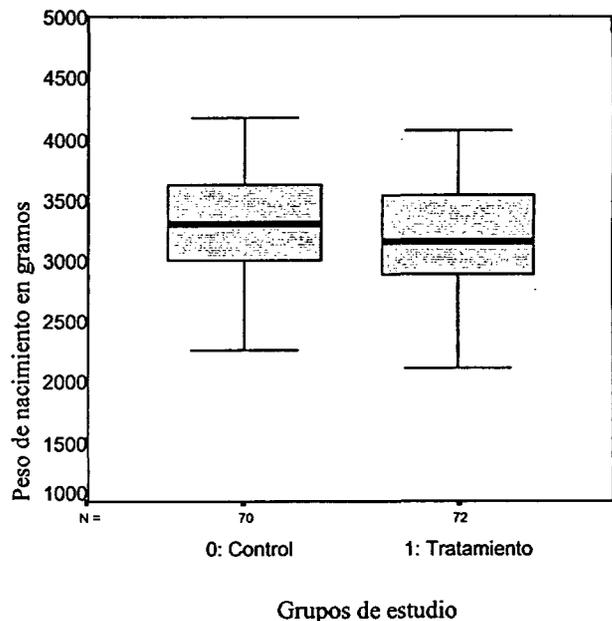
Otros autores mantienen estas diferencias en los porcentajes, 9% y 15,5% entre el grupo de ejercicio y el grupo de control respectivamente, a pesar de lo que sigue siendo una diferencia estadísticamente no significativa (Wells, 1992).

### **Peso de nacimiento:**

Encontramos que los resultados nos ofrecen una media de menor peso de nacimiento en el grupo de tratamiento ( $3165,30 \pm 431,8$  gr.) que el de control ( $3307,42 \pm 474,2$  gr.); aunque esta diferencia no presenta significación estadística.

Como podemos observar, los pesos de los nacidos de madres que practican ejercicio se encuentran dentro de los niveles aceptados como normales; lo que nos permite destacar que la actividad física no provoca ningún tipo de riesgos ni alteraciones en el peso de nacimiento.

Este parámetro ha sido objeto de numerosos trabajos de investigación, en ese sentido unos autores encuentran una reducción en



*Fig.12: Peso de nacimiento en los grupos de estudio*

el peso de nacimiento en aquellas mujeres que continúan realizando ejercicio físico durante su embarazo (Berkowitz et al, 1983. Clapp & Dickstein, 1984. Clapp & Capeless, 1990. Clapp et al, 1998. Pivarnik, 1998).

Otros nos hablan de un mayor peso de nacimiento en los grupos que realizan ejercicio o bien en los grupos que aumentan la intensidad del mismo (Hall & Kaufmann, 1987. Wong & McKenzie, 1987. Bell, Palma & Lumley, 1995).

Según Shepard, en el caso de ejercicio de alta intensidad, el peso de nacimiento podría verse incrementado (Hatch et al, 1993. Shepard, 2000); lo que puede ser debido a un crecimiento aumentado de la placenta (Clapp & Rizk, 1992. Jackson et al, 1995).

Por último, algunas investigaciones encuentran diferencias mínimas e inapreciables entre ambos grupos (Magann, Evans & Newnham, 1996. Horns et al, 1996), o bien no cuentan en sus trabajos con grupo de control (Kardel & Kase, 1998. Magann et al, 2002).

Se hace importante destacar que existe una gran variedad entre los diferentes diseños de los trabajos de investigación que se ocupan de este parámetro. Ello origina sin duda una gran diversidad de resultados ya detallada anteriormente.

A este respecto, Lokey valora la gran mayoría de estudios por medio de meta-análisis y ofrece unos resultados con mínima diferencia entre los grupos de ejercicio (3,400 Kg.  $\pm$  2,1) y los grupos de control (3,500 Kg.  $\pm$  1,8) (Lokey et al, 1991).

## **Talla y perímetro craneal del recién nacido:**

Nuestros resultados nos muestran que no existen diferencias apreciables en ninguno de los dos parámetros.

Tanto en el caso de la talla, en la que el grupo de control ofreció una media de  $49,7 \pm 1,8$  cm. y el grupo de tratamiento  $49,5 \pm 1,8$  cm. como con respecto al perímetro craneal, cuyos valores fueron para el grupo de control  $34,6 \pm 1,2$  cm. y para el grupo de tratamiento  $34,2 \pm 1,3$  cm. se pueden observar diferencias mínimas.

Esto nos pone en consonancia con dos de los autores más relevantes en lo que a ejercicio y gestación se refiere, cuyos trabajos son citados a continuación.

Los trabajos consultados corresponden a dos autores que posiblemente se encuentren entre los más importantes en lo referente a ejercicio físico y embarazo. Se trata de J. Clapp y L. Wolfe, ambos coinciden en que aparentemente el ejercicio físico no influye en estos dos parámetros del recién nacido (Clapp & Capeless, 1990. Wolfe et al, 1999b).

## **Test de APGAR:**

No hemos encontrado diferencias significativas en los resultados de ambos grupos, sólo una pequeña diferencia a favor del grupo de tratamiento, tanto en el test de APGAR al minuto,  $8,94 \pm 1,07$  contra  $8,80 \pm 1,21$  del grupo control, como en el test de APGAR a los 5 minutos,  $9,96 \pm 0,20$  contra  $9,94 \pm 0,29$  del grupo control. En ambos casos no existe significación de tipo estadística.

Las investigaciones que se ocupan de los valores del Test de APGAR, asocian generalmente el ejercicio con un pequeño incremento en los resultados (Berkowitz et al, 1983. Wong & McKenzie, 1987. Hall & Kaufmann, 1987. Clapp, 1990. Marquez et al, 2000). Los valores que presenta el estudio realizado Lokey arrojan un promedio de  $8,8 \pm 0,7$  para los grupos de ejercicio y de  $8,4 \pm 0,8$  para los grupos de control analizados (Lokey et al, 1991).

A pesar de estos valores, existen estudios en sentido contrario, que encuentran mejores valores, aunque no significativos bajo un análisis estadístico, para el grupo control por encima del grupo de ejercicio (Horns et al, 1996).

Si se valora este parámetro en relación a la intensidad del ejercicio no existen diferencias significativas en los resultados del Test de Apgar, tanto en los correspondientes a 1 y 5 minutos del mismo (Kardel & Kase, 1998).

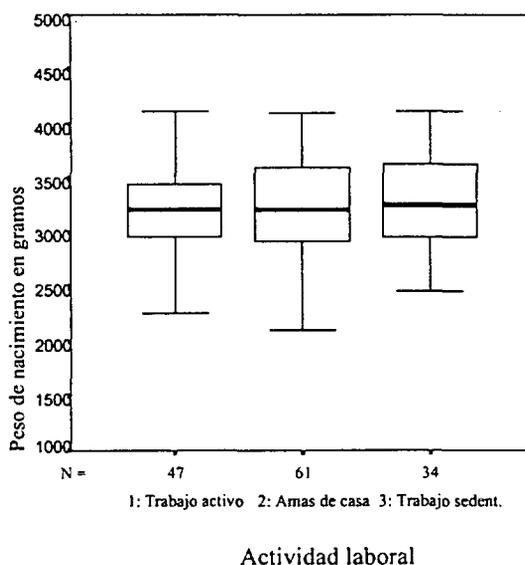
### **pH del cordón umbilical:**

Este parámetro no presenta ninguna diferencia en lo relativo a los resultados de ambos grupos de trabajo: 7,2 tanto en el grupo de control como en el de tratamiento.

#### 4.4. Variables confundidoras:

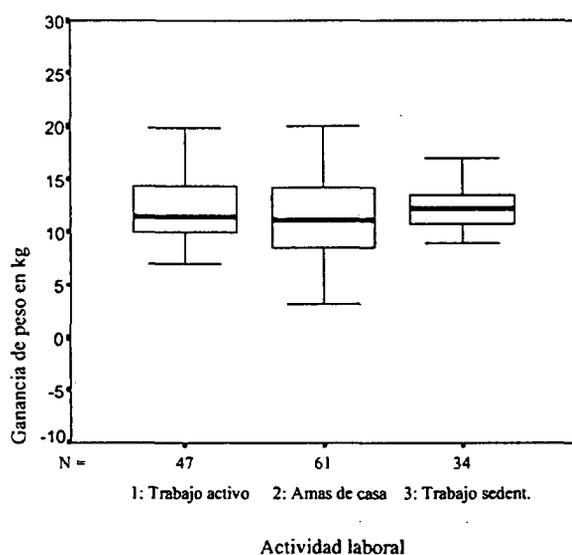
##### Ocupación (actividad laboral):

En el tratamiento de esta variable se ha observado un menor peso en productos de amas de casa y mujeres con trabajo activo, mientras que aquellas que desarrollan una actividad más sedentaria presentan productos de mayor peso (Tabla VIII).



*Fig.13: Peso de nacimiento y actividad laboral*

También es destacable que las amas de casa son las que menos aumentan su peso (ganancia de peso materno) durante el embarazo (Tabla VIII), aunque no es su diferencia



*Fig.14: Ganancia de peso materno y actividad laboral*

significativa, desde el punto de vista estadístico, con respecto a las mujeres con una vida laboral fuera de su domicilio. Esto podría significar que este grupo de mujeres no varía su actividad durante el embarazo, mientras que aquellas que trabajan fuera del hogar tienden a

guardar más reposo que cuando no están embarazadas.

Lo que está de acuerdo con lo expresado por otros autores que han realizado trabajos relacionando específicamente la actividad física desarrollada en el trabajo diario (nivel de esfuerzo, tiempo de pie, subir y bajar escaleras, etc.) y los resultados del embarazo (Alegre, Rodríguez & Cruz, 1984. Grunebaum, Minkoff & Blake, 1987. McDonald et al, 1988. Sanjose, Román & Beral, 1991).

		N	Media	Desviación típica	Error típico
peso de nacimiento	1	47	3175,6383	432,2899	63,0560
	2	61	3234,8361	477,9766	61,1986
	3	34	3318,8824	452,8376	77,6610
	Total	142	3235,3662	457,2180	38,3689
ganancia de peso	1	47	12,18936	3,36404	,49069
	2	61	11,52951	3,80073	,48663
	3	34	12,22059	3,50956	,60188
	Total	142	11,91338	3,58240	,30063

*Tabla VIII: Peso del recién nacido/a y ganancia de peso materna en los grupos de actividad laboral*

En referencia a la actividad laboral (Tabla IX), encontramos que en el grupo de control (0) la distribución fue la siguiente:

1. Mujeres con trabajo activo: 30,0% (N: 21)
2. Mujeres amas de casa: 42,9% (N:30)
3. Mujeres con trabajo sedentario: 27,1% (N: 19)

Mientras que en el grupo de tratamiento (1) fue:

1. Mujeres con trabajo activo: 36,1% (N: 26)
2. Mujeres amas de casa: 43,1% (N:31)
3. Mujeres con trabajo sedentario: 20,8% (N: 15)

Como se puede observar, la distribución de mujeres en los distintos apartados de actividad laboral ha sido medianamente homogénea, encontrándose en el grupo control más mujeres con trabajo

sedentario que en el grupo tratamiento; mientras que en éste último hay más mujeres con trabajo activo que en el de control.

	actividad laboral			Total
	1	2	3	
Grupos de estudio 0	21 30,0%	30 42,9%	19 27,1%	70 100,0%
1	26 36,1%	31 43,1%	15 20,8%	72 100,0%
Total	47 33,1%	61 43,0%	34 23,9%	142 100,0%

*Tabla IX: Porcentajes relativos a la actividad laboral en los grupos de estudio*

El hecho de contar en el grupo tratamiento con mayor cantidad de mujeres con trabajo de tipo activo en comparación con el grupo control, no resultó significativo en términos estadísticos.

### Tiempo diario en posición de pie:

Como se expone en la Tabla X, hemos encontrado que en el grupo de control un 65,7% (N: 46) de mujeres pasan más de 3 horas diarias de pie, mientras que en el grupo de tratamiento este colectivo se ve reducido al 47,2% (N: 34); al aplicar el estadístico chi cuadrado a estos porcentajes se ha observado significación estadística (Tabla XI).

	tiempo diario de pie		Total
	0	1	
Grupos de estudio 0	24 34,3%	46 65,7%	70 100,0%
1	38 52,8%	34 47,2%	72 100,0%
Total	62 43,7%	80 56,3%	142 100,0%

*Tabla X: Porcentajes relativos a tiempo diario en posición de pie*

Esta circunstancia podía representar un dato de importancia especialmente por su influencia en la edad gestacional, teniendo en

cuenta que uno de los factores que se manifiesta como influyente en el riesgo de parto a pretérmino es la cantidad de tiempo que la mujer permanece de pie en su vida cotidiana; no obstante esto no ha sido así y no se ha observado incidencia alguna a ese respecto.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4,934	1	,026		
Corrección por continuidad	4,211	1	,040		
Razón de verosimilitud	4,967	1	,026		
Estadístico exacto de Fisher				,029	,020
Asociación lineal por lineal	4,899	1	,027		
N de casos válidos	142				

*Tabla XI.: Prueba chi cuadrado. Tiempo diario de pie*

### **Paridad:**

Los porcentajes correspondientes a esta variable en el grupo de control han sido los siguientes:

0. Nulíparas: 57,1% (N: 40)
1. Mujeres con un parto anterior: 35,7% (N: 25)
2. Mujeres con 2 o más partos anteriores: 7,1% (N: 5)

Con respecto al grupo de tratamiento:

0. Nulíparas: 72,2% (N: 52)
1. Mujeres con un parto anterior: 22,2% (N: 16)
2. Mujeres con 2 o más partos anteriores: 5,6% (N: 4)

		paridad			Total
		0	1	2	
Grupos de estudio	0	40 57,1%	25 35,7%	5 7,1%	70 100,0%
	1	52 72,2%	16 22,2%	4 5,6%	72 100,0%
Total		92 64,8%	41 28,9%	9 6,3%	142 100,0%

Tabla XII: Porcentajes relativos a la paridad

El grupo tratamiento estuvo compuesto por un alto porcentaje de mujeres nulíparas en comparación con el grupo control (Tabla XII), lo que, tuvo influencia sobre alguno de los resultados del embarazo, concretamente en el tiempo de dilatación.

Esto último, se ve fundamentado en un análisis individualizado de los resultados del embarazo en cada uno de los tres grupos correspondientes a la paridad (sin diferenciar entre control y tratamiento), donde encontramos que la media del tiempo de dilatación para el grupo de nulíparas fue de  $7,5 \pm 3,1$  hs, para las mujeres con un parto anterior fue de  $5,0 \pm 2,4$  hs, mientras que para las mujeres con dos o más partos anteriores fue de  $4,7 \pm 2,7$  hs.(Tabla XIII). Siendo la diferencia entre las medias significativa al nivel 05 (Tabla XIV).

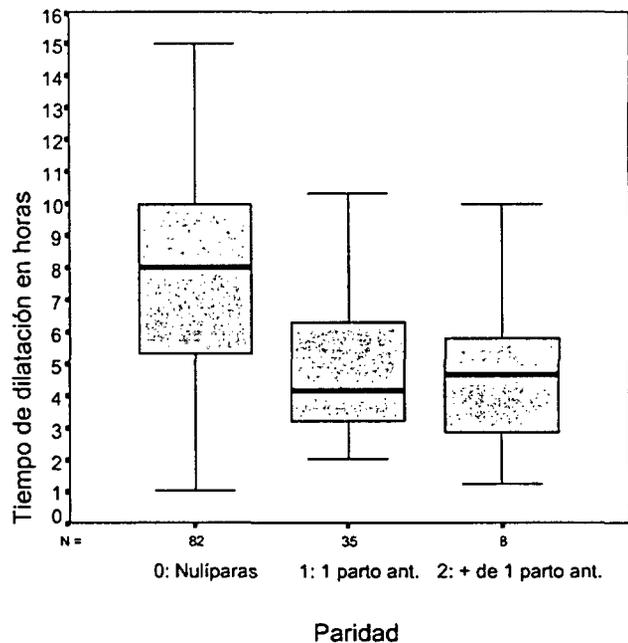


Fig.15: Tiempo de dilatación y paridad

tiempo de dilatación

	N	Media	Desviación típica	Error típico
0	82	7,6266	3,0400	,3357
1	35	5,1243	2,5013	,4228
2	8	4,7187	2,7169	,9606
Total	125	6,7398	3,1128	,2784

Tabla XIII: Tiempo de dilatación en los diferentes grupos de paridad. Descriptivos

## Comparaciones múltiples

Variable dependiente: tiempo de dilatación

DMS

(I) paridad	(J) paridad	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.
0	1	2,5023*	,5818	,000
	2	2,9078*	1,0673	,007
1	0	-2,5023*	,5818	,000
	2	,4055	1,1292	,720
2	0	-2,9078*	1,0673	,007
	1	-,4055	1,1292	,720

\*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Tabla XIV: Tiempo de dilatación en los diferentes grupos de paridad. Test de Anova

**Edad:**

La media de edad fue: en el grupo control  $29,5 \pm 4,0$  años y en el grupo de tratamiento  $31,4 \pm 3,7$  años. Como se puede observar (Fig. 16 y 17 y Tabla XV), en ambos grupos, la mayor cantidad de componentes de muestra correspondió

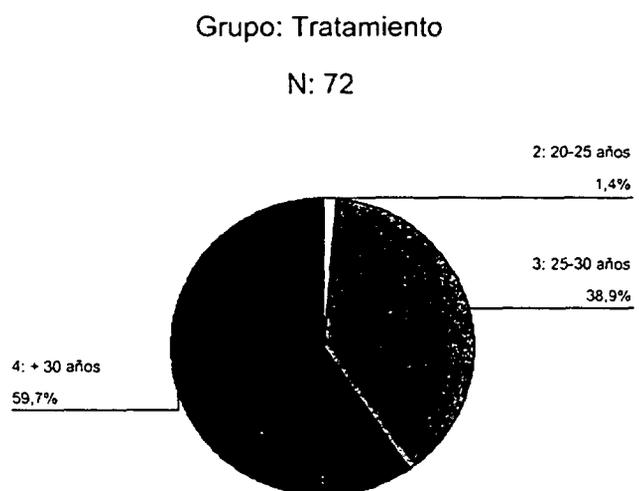


Fig.16: Porcentajes correspondientes a la edad en el grupo tratamiento

al apartado 4 (más de 30 años).

Se aprecia, además, la particularidad de que en el grupo de tratamiento no hemos contado con ninguna mujer correspondiente al grupo 1 (menos de 20 años).

El grupo control en cuanto a los diferentes apartados relativos a la edad de sus componentes, tiene, a grandes rasgos, las mismas características que el de tratamiento, simplemente se destaca un pequeño porcentaje en el apartado 1 (menos de 20 años).

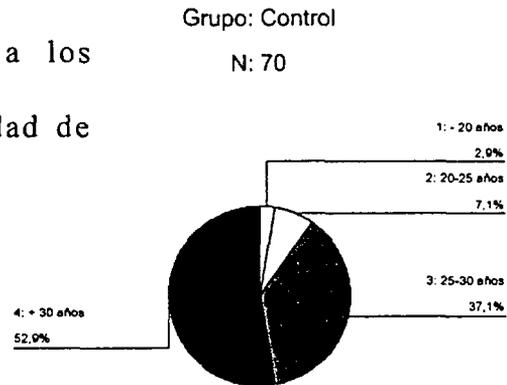


Fig.16: Porcentajes correspondientes a la edad en el grupo control

	Edad				Total
	1 (- 20)	2 (20-24)	3 (24-30)	4 (+ 30)	
Grupos de estudio 0	2 2,9%	5 7,1%	26 37,1%	37 52,9%	70 100,0%
1		1 1,4%	28 38,9%	43 59,7%	72 100,0%
Total	2 1,4%	6 4,2%	54 38,0%	80 56,3%	142 100,0%

Tabla XV: Porcentajes relativos a los grupos de edad

### Índice de masa corporal(IMC):

La media del IMC fue: en el grupo control  $23,51 \pm 3,1$  y en el grupo tratamiento  $24,30 \pm 4,1$ . La mayor parte de las mujeres de los dos grupos se ubicaron en el tramo.3 (26,0 a 29,0 de IMC).

De cualquier, estos valores no tuvieron influencia de ningún tipo, a nivel estadístico en los resultados del embarazo.

	IMC				Total	
	1 (-19,8)	2 (19,8-26,0)	3. (26,0-29,0)	4 (+29,0)		
Grupos de estudio	0	1 1,4%	6 8,6%	30 42,9%	33 47,1%	70 100,0%
	1		6 8,3%	39 54,2%	27 37,5%	72 100,0%
Total		1 ,7%	12 8,5%	69 48,6%	60 42,3%	142 100,0%

*Tabla XVI: Porcentajes relativos al Índice de masa corporal (IMC)*

### Abortos anteriores:

En este caso hubo escasa diferencia entre los dos grupos de trabajo. Tan solo en el apartado 3 (2 o más abortos anteriores) se dieron tres casos en el grupo control y sólo uno en el grupo tratamiento.

	abortos anteriores			Total	
	0	1	2		
Grupos de estudio	0	58 82,9%	11 15,7%	1 1,4%	70 100,0%
	1	59 81,9%	10 13,9%	3 4,2%	72 100,0%
Total		117 82,4%	21 14,8%	4 2,8%	142 100,0%

*Tabla XVII: Porcentajes relativos a los abortos anteriores*

### Partos pretérmino anteriores:

Como se puede ver, en esta variable la única diferencia importante se estableció en el hecho de que en el grupo control se observaron tres mujeres en el apartado 1 (1 o más nacimiento a pretérmino anteriores), mientras que en el grupo tratamiento ninguno.

		partos a pretermino anteriores		Total
		0	1	
Grupos de estudio	0	67 95,7%	3 4,3%	70 100,0%
	1	72 100,0%		72 100,0%
Total		139 97,9%	3 2,1%	142 100,0%

*Tabla XVIII: Porcentajes correspondientes a nacimientos a pretérmino anteriores*

### **Nacimientos con bajo peso anteriores:**

Los resultados correspondientes a esta variable son similares a los de la variable anterior. Se dieron en el grupo control dos mujeres en el apartado 1 (1 o más nacimiento con bajo peso anterior), mientras en el grupo tratamiento no se observó ninguno.

		bajos pesos de nacim anteriores		Total
		0	1	
Grupos de estudio	0	68 97,1%	2 2,9%	70 100,0%
	1	72 100,0%		72 100,0%
Total		140 98,6%	2 1,4%	142 100,0%

*Tabla XIX: Porcentajes correspondientes a nacimientos con bajo peso anteriores*

### **Otro tipo de actividades físicas:**

En general, las mujeres del grupo tratamiento manifestaron ser más activas (68,1 %) que las del grupo control (54,3 %) en lo referido a actividades diarias.

		actividades diarias		Total
		0	1	
Grupos de estudio	0	32 45,7%	38 54,3%	70 100,0%
	1	23 31,9%	49 68,1%	72 100,0%
Total		55 38,7%	87 61,3%	142 100,0%

*Tabla XX: Porcentajes relativos a otro tipo de actividades física diarias*

### Ejercicio anterior al embarazo:

A pesar de no existir grandes diferencias, las mujeres del grupo tratamiento manifiestan por lo general haber llevado una vida anterior al embarazo más activa físicamente que las del grupo control.

		ejercicio anterior al embarazo					Total
		1	2	3	4	5	
Grupos de estudio	0	32 45,7%	19 27,1%	15 21,4%	4 5,7%		70 100,0%
	1	26 36,1%	15 20,8%	21 29,2%	7 9,7%	3 4,2%	72 100,0%
Total		58 40,8%	34 23,9%	36 25,4%	11 7,7%	3 2,1%	142 100,0%

*Tabla XXI: Porcentajes correspondientes a los hábitos de ejercicio anterior al embarazo*

### Tareas domésticas:

En este caso, encontramos en el grupo control un porcentaje más alto de mujeres con una importante carga de actividades domésticas, comparadas con el grupo tratamiento, esto, no obstante, no se manifestó como un factor que pudiese haber influido en alguno de los parámetros estudiados .

		tiempo en tareas domésticas		Total
		0	1	
Grupos de estudio	0	17 24,3%	53 75,7%	70 100,0%
	1	27 37,5%	45 62,5%	72 100,0%
Total		44 31,0%	98 69,0%	142 100,0%

*Tabla XXII: Porcentajes relativos a tareas domésticas*

### Nivel de estudios terminados:

Las mujeres del grupo tratamiento presentan un porcentaje superior de estudios terciarios terminados. Por otra parte, en el grupo control hay un porcentaje más elevado de mujeres con estudios primarios (o sin estudios) terminados.

		nivel de estudios terminados			Total
		1	2	3	
Grupos de estudio	0	31 44,3%	30 42,9%	9 12,9%	70 100,0%
	1	25 34,7%	28 38,9%	19 26,4%	72 100,0%
Total		56 39,4%	58 40,8%	28 19,7%	142 100,0%

*Tabla XXIII: Porcentajes relativos al nivel de estudios terminados*

### Tabaquismo:

En este caso los porcentajes son similares en ambos grupos y los resultados en relación con mujeres fumadoras o no fumadoras no presentan ninguna diferencia apreciable.

		tabaquismo		Total
		0	1	
Grupos de estudio	0	50 71,4%	20 28,6%	70 100,0%
	1	56 77,8%	16 22,2%	72 100,0%
Total		106 74,6%	36 25,4%	142 100,0%

*Tabla XXIV: Porcentajes correspondientes al Tabaquismo*

## **5. CONCLUSIONES**



## 5. CONCLUSIONES

1. Las mujeres que realizan ejercicio ganan menos peso que aquellas que no lo hacen, siempre dentro de valores normales. Por lo tanto se puede especular con la idea de utilizar la práctica de ejercicio moderado como un medio para el control de las ganancias excesivas de peso en ciertos embarazos .
2. Las mujeres que realizan actividad física dan a luz niños/as con menor peso de nacimiento, siempre dentro de valores normales, sin acercarse en ningún caso a situaciones de bajo peso de nacimiento.
3. El ejercicio físico no ha demostrado ser un factor influyente en la edad gestacional alcanzada por las mujeres que lo practican.
4. La práctica de ejercicio físico no parece influir en el tipo de parto, no siendo en ningún caso, causa de aumento en el porcentaje de partos de tipo instrumental.
5. La práctica de ejercicio aeróbico moderado parece no influir en el normal crecimiento y desarrollo fetal.
6. El ejercicio aeróbico moderado no aumenta el riesgo de padecer hipertensión arterial durante la gestación.

7. De la misma manera, el ejercicio aeróbico programado tampoco aumenta el riesgo de desarrollar una diabetes gestacional.
8. En relación a todas aquellas variables que podrían actuar como confundidoras, la paridad se ha manifestado como un factor influyente en los resultados del embarazo, concretamente en el tiempo de dilatación.
9. Los hábitos de ejercicio previos al embarazo no parecen haber sido un factor determinante en los resultados del mismo.
10. La última, y posiblemente más importante de las conclusiones de nuestro trabajo de investigación, es que de forma global los resultados obtenidos nos permiten asegurar que la realización de tres clases semanales de 35 minutos de ejercicio aeróbico moderado durante el segundo y tercer trimestre de embarazo no ocasionan ningún tipo de riesgos ni complicaciones ni para la madre ni para el feto

## **6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**



## **6. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Por medio de este trabajo de investigación hemos podido observar la influencia del ejercicio físico, con unas características determinadas, en el desarrollo de la gestación; ahora bien, esto nos abre las puertas para buscar y proponer diferentes variantes en cuanto al ejercicio físico que se podría proponer en programas con mujeres embarazadas.

Nos referimos a poner en práctica nuevas y distintas posibilidades en cuanto a tipo, intensidad frecuencia y duración de la actividad física a realizar

De modo que contando con las sólidas bases que nos otorga este trabajo, pretendemos seguir avanzando en el conocimiento de la influencia de ejercicio físico y sus de variantes, sobre el proceso de embarazo y parto.

De la misma manera creemos interesante conocer más y mejor acerca de los efectos del ejercicio físico como un agente colaborador en el proceso de postparto.

Asimismo entendemos que se debe avanzar en la investigación y propuesta de programas de ejercicio físico para el tratamiento de anomalías relacionadas con la gestación, tales como la hipertensión gestacional, preeclampsia o diabetes gestacional.

En ese sentido, este equipo de investigación está, en la actualidad, llevando a cabo un diseño y posterior desarrollo de un estudio experimental relacionado con el empleo del ejercicio físico como agente terapéutico en el tratamiento de la diabetes gestacional.



## **7. GLOSARIO**



## 7. GLOSARIO

*Algias*: dolor en alguna zona sin modificaciones anatómicas apreciables.

*Cetosis*: estado caracterizado por la elevada concentración de cetona o acetona en los tejidos.

*Citemia*: presencia en la sangre de elementos celulares anormales.

*Distocia*: parto difícil, doloroso o lento.

*Eritema*: enrojecimiento difuso o en manchas de la piel, producido por la congestión de los capilares.

*Test de APGAR*: primera valoración del estado general del recién nacido/a.

*Ferropénica*: déficit de hierro.

*Eutócico*: atributo del parto normal.

*Fúndico-corporal*: relativo a un fondo, en este caso referido al fondo uterino.

*Hipercetonemia*: elevado nivel de cuerpos cetónicos en sangre.

*Hiperemia*: acumulación de sangre en una parte u órgano.

*Hipertriglicerinemias*: elevado nivel de triglicéridos en sangre.

*Hipoinsulinemia*: deficiente nivel de insulina en sangre.

*Hipotenar*: eminencia en el borde interno o cubital de la palma de la mano.

*Histerotomía*: incisión del útero, operación cesárea.

*Laparotomía*: incisión quirúrgica de la pared abdominal.

*Leucocitosis*: número de leucocitos en sangre superior a los niveles normales.

*Mastalgia*: dolor en la mama.

*Mioma*: tumor benigno formado por elementos musculares, a nivel del útero.

*Parestesias*: alteración de la sensibilidad en los miembros.

*Polihidramios*: cantidad de líquido amniótico superior a los niveles normales.

*Postprandial*: después de la ingesta de alimentos.

*Preeclampsia*: hipertensión arterial inducida por el embarazo, que se acompaña de edemas y proteinuria (proteínas en orina).

*Tenar*: eminencia en la base del pulgar.

*Teratogénico*: cualquier agente que produzca malformación fetal.

*Volemia*: volumen de la sangre.

*Valsalva (maniobra)*: aumento de presión intraabdominal, realizado de forma voluntaria.

*Embarazo molar*: crecimiento patológico de la placenta, en el primer trimestre.



## **8. BIBLIOGRAFÍA**



## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABRAMS B and LAROS R. (1986): *Prepregnancy weight, weight gain and birthweight*. Am J Obstet Gynecol; 154: 503-509.
2. ACOG. (1994): American College of Obstetricians and Gynecologists. *Exercise during pregnancy and the postpartum period* .Technical Bulletin 189.Washington, DC. Int J Gynecol Obstet; 45:65-70.
3. ACOG. (1994): *Exercise during pregnancy and the postpartum period*. Tec Bulletin189; Int J Obstet Gynecol;45: 65-70.
4. ACOG. (2002): American College of Obstetricians and Gynecologists. *Exercise during pregnancy and the postpartum period* . Committe Opinion N° 267 . Washington, DC. January 2002. Obstet Gynecol; 99:171-3.
5. ACSM. (1990): American College of Sports Medicine. *The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults*. Med Sci Sports;22: 265-74.
6. ADIEGO B. (1999): *Parto pretérmino y prematuridad*. Protocolo asistencial del Servicio de Ginecología y Obstetricia. Hospital Fundación Alcorcón. Madrid.
7. AHLBORG G, BODIN L and HOGSTEDT C. (1990): *Heavy lifting during pregnancy: a hazard to the fetus? A prospective study*. Int J Epidemiol; 19:90-7.
8. ALAILY AB and CARROL KB. (1978): *Pulmonary ventilation in pregnancy*. Br J Obstet Gynecol; 85: 518-24.
9. ALDERMAN B, ZHAO H, HOLT V, WATTS H and BERESFORD S. (1998): *Maternal physical activity in pregnancy and infant size for gestational age*. Ann Epidemiol; 8: 513-519.
10. ALEGRE A, RODRIGUEZ-ESCUADERO F and CRUZ E. (1984): *Influence of work during pregnancy on fetal weight*. J Reprod Med; 29:334.
11. ARTAL R, ROMEN Y, PAUL R and WISWELL R. (1984): *Fetal brayicardia induced by maternal exercise*. Lancet, 2:258-60.

12. ARTAL R, RUTHERFORD S, ROMEN Y, KAMMULA R, DOREY F and WISWELL R. (1986): *Fetal heart rate responses to maternal exercise*. Am J Obstet Gynecol; 155: 729-33.
13. ARTAL R, WISWELL R and DRINKWATER B. (1986): *Exercise in pregnancy*. Baltimore: Williams and Wilkins (Ed).
14. ARTAL R, WISWELL R and DRINKWATER B. (1991): *Exercise in pregnancy*. 2nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins (Ed).
15. ARTAL R. (1995): *Ejercicio y embarazo*. Ed. Médici.
16. AVERY N and WALKER A. (2001): *Acute effect of exercise on blood glucose and insulin levels in women with gestational diabetes*. J Matern Fetal Med; 10 (1): 52-8.
17. AVERY N, STOCKING K, TRANMER J, DAVIES G and WOLFE L. (1999): *Fetal responses to maternal strength conditioning exercises in late gestation*. Can J Appl Physiol; 24(4): 362-376.
18. BARNES D, ADAIR L and POPKIN B. (1991): *Women's physical activity and pregnancy outcome: a longitudinal analysis from the Philippines*. Int J Epidemiol; 20: 162-72.
19. BECKMANN CR and BECKMANN CA. (1990): *Effect of an estructured antepartun exercise program on pregnancy and labor outcome in primiparas*. J Reprod Med; 35: 704-9.
20. BELL R, PALMA S and LUMLEY J. (1995): *The effects of vigorous exercise during pregnancy on birth weight*. Ast N Z Obstet Gynaecol; 35: 46-51.
21. BERKOWITZ G, KELSEY J, HOLFORD T and BERKOWITZ R. (1983): *Physical activity and the risk of spontaneous preterm delivery*. J Reprod Med; 28:581-8.
22. BESSINGER R, McMURRAY R and HACKNEY A. (2002): *Substrate utilization and hormonal responses to moderate intensity exercise during pregnancy and after delivery*. Am J Obstet Gynecol;186(4): 757-64.
23. BONEN A, CAMPAGNA P, GILCHRIST L, YOUNG D and BERESFORD P. (1992): *Substrate and endocrine responses during exercise at selected stages of pregnancy*. J Appl Physiol; 73 (1):134-42.
24. BOTKIN C and DRISCOLL C. (1991): *Maternal aerobic exercise: newborn effects*. Fam Pract Res J; 11: 387-93

25. BRENNER I, MONGA M, WEBB K, McGRATH M and WOLFE L. (1991): *Controlled prospective study of aerobic conditioning effects on pregnancy outcome*. (abstract): Med Sci Sports Exerc 1991, 23: S169.
26. BRENNER I, WOLFE L, MONGA M and McGRATH J. (1999): *Physical conditioning effects on fetal heart rate responses to graded maternal exercise*. Med Sci Sports Exerc, Jun; 31(6):792-9.
27. BUNG P, ARTAL R, KHODIGINAN N and KJOS S. (1991): *Exercise in gestational diabetes: an optional therapeutic approach?*. Diabetes, 40(S): 182-5.
28. BUNG P, BUNG C, ARTAL R, et al. (1993): *Therapeutic exercise for insulin-requiring gestational diabetics: effects on the fetus (results of a randomized prospective longitudinal study)*: J Perinat Med, 21:125-37.
29. CAMPBELL M. and MOTTOLA M. (2001): *Recreational exercise and occupational activity during pregnancy and birth weight: a case-control study*. Am J Obstet Gynecol; Feb.184(3):403-408.
30. CHANDLER J and BELL W. (1981): *Effects of maternal exercise on fetal and maternal respiration and nutrient metabolism in the pregnant ewe*. J Dev Physiol, 31: 161-3.
31. CLAPP JF III. (1990): *The course of labor after endurance exercise during pregnancy*. Am J Obstet Gynecol; 163: 1799-805.
32. CLAPP J, STEPANCHAK W, TOMASELLI J, KORTAN M and FANSELOW S. (1999): *The effect of exercise training during pregnancy on flow redistribution in mother and fetus*. Med Sci Sports Exerc (abstract):31 (S): 5: 139 .
33. CLAPP JF III and DICKSTEIN S. (1984): *Endurance exercise and pregnancy outcome*. Med Sci Sports Exerc; 16:556-62.
34. CLAPP JF III and CAPELESS E. (1991a): *The changing glycemic response to exercise during pregnancy*. Am J Obstet Gynecol; 165:1678-83.
35. CLAPP JF III. (1989a): *The effects of maternal exercise on early pregnancy outcome*. Am J Obstet Gynecol; 161:1453-7.
36. CLAPP JF III. (1991b): *The changing thermal responses to endurance exercise during pregnancy*. Am J Obstet Gynecol; 165:1684-9.

37. CLAPP JF III.(1991a): *Exercise and fetal health*. J Dev Physiol, 15: 9-14.
38. CLAPP JF III and CAPELESS E. (1990): *Neonatal morphometrics after endurance exercise during pregnancy*. Am J Obstet Gynecol; 163:1805-11.
39. CLAPP JF III and CAPELESS E. (1991b): *The VO<sub>2</sub> max of recreational athletes before and after pregnancy*. Med Sci Sport Exerc ; 23: 1128-33.
40. CLAPP JF III and LITTLE K. (1995): *Effect of recreational exercise on pregnancy weight gain and subcutaneous fat deposition* .Med Sci Sports Exerc; 27: 170-7. CLAPP JF III and LITTLE K. (1995): *The interaction between regular exercise and selected aspects of women's health*. Am J Obstet Gynecol; 173:2-9.
41. CLAPP JF III and RIZK K. (1992): *Effect of recreational exercise on midtrimester placental growth*. Am J Obstet Gynecol;167:1518-21.
42. CLAPP JF III, KIM H, BURCIU B and LOPEZ B. (2000): *Beginning regular exercise in early pregnancy: Effect on fetoplacental growth*. Am J Obstet Gynecol; 183: 1484-8.
43. CLAPP JF III, KIM H, BURCIU B, SCHMIDT S, PETRY K and LOPEZ B. (2002): *Continuing regular exercise during pregnancy: effect of exercise volume on fetoplacental growth*. Am J Obstet Gynecol; 186 (1):142-7.
44. CLAPP JF III, LITTLE K and CAPELESS E. (1993): *Fetal heart rate response to sustained recreational exercise*. Am J Obstet Gynecol;168:198-206.
45. CLAPP JF III, LOPEZ B and HARCAR-SEVCIK R . (1999): *Neurobiology of infants born to women who exercise regularly throughout pregnancy*. Am J Obstet Gynecol; 180: 91-4.
46. CLAPP JF III, ROKEY R, TREADWAY J, CARPENTER M, ARTAL R and WARRNES C. (1992): *Exercise in pregnancy*; Med Sci Sport Exerc;24: S294-300.
47. CLAPP JF III, SIMONIAN S, LOPEZ B, APPLEBY-WINEBERG S and HARCAR-SEVCIK R. (1998): *The one-year morphometric and neurodevelopmental outcome of the offspring of women who continued to exercise regularly throughout pregnancy*. Am J Obst Gynecol; 178:594-9.
48. CLAPP JF III, WESLEY M and SLEAMAKER R. (1987): *Thermoregulatory and metabolic responses to jogging prior to and during pregnancy* .Med Sci Sports Exerc; 19(2): 124-130.

49. CLAPP JF III. (1980): *Acute exercise stress in the pregnant ewe*. Am J Obstet Gynecol; 136: 489-94.
50. CLAPP JF III. (1989b): *Oxygen consumption during treadmill exercise before, during and after pregnancy*. Am J Obstet Gynecol; 161: 1458-64.
51. CLAPP JF III. (2000): *Exercise in pregnancy: a clinical update*. Clin Sports Med, 19: 273-86.
86. COHEN J, PRIOR J, VIGNA and PRICE S. (1989): *Intense exercise during the first two trimesters of unapparent pregnancy*. Physician Sports Med; 17: 87-94.
52. COHN H, PIASECKI G and JACKSON B. (1980): *The effect of fetal heart rate on cardiovascular function during hypoxemia*. Am J Obstet Gynecol; 138: 1190-9.
53. COLLINGS C, CURET L and MULLIN J. (1983): *Maternal and fetal responses to a maternal aerobic exercise program*. Am J Obstet Gynecol; 145: 702-7.
54. CREASY and RESNIK (1994): *Maternal and fetal medicine, principles and practice*. 3rd Edition. Ed Saunders. Sección 13: 527-540.
55. CUNNINGHAM, McDONALD, GANT, LEVENO, GILSHAP, HANKINS et al. (1998): *Trabajo de parto y partos normales*. En: Williams Obstetricia. Ed Panamericana. Cap 4: 241-301.
56. CURET L, OTT J, RANKIN J and UNGERER T. (1976): *Effect of exercise on cardiac output and distribution of uterine blood flow in pregnant ewes*. J Appl Physiol; 40: 725-8.
57. DALE E, MULLIMAX K and BRYAN D. (1982): *Exercise during pregnancy: effects on the fetus*. Can J Appl Sport Sci; 7:2, 98-103.
58. DAVIES B, BAILEY D, BUDGETT R, SANDERSON D and GRIFFIN D.(1999): *Intensive training during a twin pregnancy. A case report*. Int J Sports Med; 20: 415-418.
59. DE CRÉE C. (1998): *Safety guidelines for exercise during pregnancy*. The Lancet; 351 June 20.
60. DE MIGUEL J y SÁNCHEZ M. (1993): *Cambios fisiológicos y adaptación materna durante el embarazo*. En : Grupo de trabajo sobre asistencia al embarazo normal. Sección de Medicina Perinatal. Cap. 4. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Manual de asistencia al embarazo normal. Ed. E. Fabre Gonzalez.

61. DE MIGUEL J y SÁNCHEZ M. (2001): *Cambios fisiológicos y adaptación materna durante el embarazo*. En : Grupo de trabajo sobre asistencia al embarazo normal. Sección de Medicina Perinatal. Cap. 4. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia . Manual de asistencia al embarazo normal, 2ª edición. Ed. E. Fabre Gonzalez .
62. DEL CASTILLO OBESO M. (2002): *Disfruta de tu embarazo en el agua. Actividades acuáticas para la mujer gestante*. Ed. Inde. Barcelona.
63. DIBBLEE L and GRAHAM T. (1983): *A longitudinal study of changes in aerobic fitness, body composition and energy intake in primigravid patients*. Am J Obstet Gynecol; 147:908-14.
64. DOMENECH J. (1999): *Métodos estadísticos en ciencias de la salud*. Ed. Signo. Barcelona.
65. DYE T, KNOX K, ARTAL R, AUBRY R and WOJTOWYCZ M.(1997): *Physical activity, obesity and diabetes in pregnancy*. Am J Epidemiol; 146(11): 961-5.
66. ERDELYI G. ( 1962): *Gynecological survey of female athletes*. J Sports Med Phys Fitness; 2: 174-9.
67. ERKKOLA R. (1976): *The physical work capacity of the expectant mother and its effects on pregnancy, labor and the newborn*. Int J Gynecol Obstet; 14:153-9 .
68. ERKKOLA R. and MAKELA M. (1976): *Heart volume and physical fitness of parturients*. Ann Clin Res; 8:15-21.
69. ESKENAZI B, FENSTER L, WIGHT S, ENGLISH P, WINDHAM G and SWAN S. (1994): *Physical exertion as a risk factor for spontaneous abortion*. Epidemiol; 5: 6-13.
70. EZCURDIA GURPEGUI M. (2001): *Ejercicio físico y deportes durante el embarazo*. En: Grupo de trabajo sobre asistencia al embarazo normal. Sección de Medicina Perinatal. Cap. 11. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Manual de asistencia al embarazo normal . Ed. E. Fabre Gonzalez.
71. FOLSOM A., JACOBS Jr. D, CARPARSEN C., GOMEZ O. Y KNUDSEN J. (1986): *Test-retest reliability of the Minnesota leisure time physical activity questionnaire*. J Chronic disease; Vol 39 (7): 505-511.
72. GARCÍA-PATTERSON A, MARTÍN E, UBEDA J, MARIA M, DE LEIVA A y CORCOY R. (2001): *Evaluation of light exercise in the treatment of gestational diabetes* . Diabetes Care; 24(11): 2006-7.

73. GONZÁLEZ GONZÁLEZ N y PARACHE J. (2001): *Recuento materno de los movimientos fetales*. En: Grupo de trabajo sobre asistencia al embarazo normal. Sección de Medicina Perinatal. Cap. 4. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Manual de asistencia al embarazo normal, 2ª edición. Ed. E. Fabre Gonzalez.
74. GONZALEZ R, SOBREVIELA M, TORRIJO C y FABRE E. (2001): *Nutrición materna durante el embarazo*. En: Grupo de trabajo sobre asistencia al embarazo normal. Sección de Medicina Perinatal. Cap. 4. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Manual de asistencia al embarazo normal, 2ª edición. Ed. E. Fabre Gonzalez.
75. GORSKI J. (1985): *Exercise during pregnancy: maternal and fetal responses. A brief review*. Med Sci Sports Exerc;17 (4): 407-16.
76. GRUNEBaum A, MINKOFF H and BLAKE D. (1987): *Pregnancy among obstetricians: a comparison of births before, during and after residency*. Am J Obstet Gynecol; 157:79.
77. GUZMAN C and CAPLAN R. (1970): *Cardiorespiratory response to exercise during pregnancy*. Am J Obstet Gynecol, 108: 600-5.
78. HALL D and KAUFMANN D. (1987): *Effects of aerobic and strength conditioning on pregnancy outcomes*. Am J Obstet Gynecol; 157:1199-1203.
79. HATCH M, LEVIN B, SHU X and SUSSER M (1998): *Maternal leisure time exercise and time delivery*. Am J Public Health; 88: 1528-33.
80. HATCH M, JI B, SHU X and SUSSER M. (1997): *Do standing, lifting, climbing, or long hours of work during pregnancy have an effect on fetal growth ?* Epidemiology; 8: 530-6.
81. HATCH M, SHU X, McLEAN D, LEVIN B, BEGG M, REUSS L et al. (1993): *Maternal exercise during pregnancy, physical fitness and fetal growth*. Am J Epidemiol; 137:1105-14.
82. HEENAN A and WOLFE L. (2000): *Plasma acid-base regulation above and below ventilatory threshold in late gestation*. J Appl Physiol; 88: 149-57.
83. HEENAN A, WOLFE L and DAVIES G. (2001): *Maximal exercise testing in late gestation: maternal responses*. Obstet Gynecol; 97: 127-34.
84. HEFFERMAN A. (2000): *Exercise and pregnancy in primary care*. Nurse Pract; 25(3): 42,49,53-6.

85. HERNANDEZ A, JIMENO J y ESCUDERO M. (2000): *El ejercicio físico como medida adyuvante en la diabetes gestacional*. Acta Obstetricia et Gynecologica; 13 (3): 129-33.
86. HOLLINGSWORTH D and MOORE T. (1987): *Postprandial walking exercise in pregnant insulin-dependent (type I): diabetic pregnant women: reduction of lipid plasma levels but absence of a significant effect on glycemic control*. Am J Obstet Gynecol; 157: 1359-63.
87. HOMER C, BERESFORD S, JAMES S, SIEGEL E and WILCOX S. (1990): *Work-related physical exertion and risk of pre-term, low birth weight delivery*. Paediatr Perinat Epidemiol; 4: 161-74.
88. HORNS P, RATCLIFFE L, LEGGETT J and SWANSON M. (1996): *Pregnancy outcomes among active and sedentary primiparous women*. JOGNN: Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing; 25(1): 49-54.
89. IM.SbcNSWGP. Institute de Medicine. Subcomité on Nutritional Status and Weight Gain During Pregnancy. (1990): *Nutrition during pregnancy*. Washington: National Academy of Sciences, National Academy Press. pp: 430-1.
90. JACKSON M, GOTT P, LYE S, RITCHIE J and CLAPP JF III. (1995): *The effect of maternal aerobic exercise on human placental developmenta: Placental volumetric composition and surface areas*. Placenta; 16: 179-91.
91. JARRETT J and SPELLACY W. (1983): *Jogging during pregnancy: an improved outcome?* Obstet Gynecol; 61:705-9.
92. JONES R, BOTTI J, ANDERSON W and BENNET N. (1985): *Thermoregulation during aerobic exercise in pregnancy*. Obstet Gynecol; 65: 340-5.
93. JOVANOVIC L, DURAK E and PETERSON C. (1989): *Randomized trial of diet versus diet plus cardiovascular conditioning on glucose levels in gestational diabetes*. Am J Obstet Gynecol; 161:415-9.
94. JOVANOVIC L, KESSLER A and PETERSON C. (1985): *Human maternal and fetal response to graded exercise*. J Appl Physiol; 58: 1719-22.
95. KARDEL K and KASE T. (1998): *Training in pregnant women: effects on fetal development and birth*. Am J Obstet Gynecol; 178:280-6.
96. KATZ V, McMURRAY R, BERRY M, CEFALO and BOWMAN C . (1990): *Renal responses to immersion and exercise in pregnancy*. Am J Perinatol; 7: 118-21.

97. KEMP J, GREER F and WOLFE L. (1997): *Acid-base regulation after maximal exercise testing in late gestation*. J Appl Physiol; 83 (2): 644-51.
98. KLEBANOFF M, SHIONO P and CAREY J. (1990): *The effects of physical activity during pregnancy on preterm delivery and birth weight*. Am J Obstet Gynecol;163:1450-1456.
99. KNUTTGEN HG and EMERSON K Jr. (1974): *Physiological response to pregnancy at rest and during exercise*. J Appl Physiol; 36: 549-53.
100. KOLTYN K F and SCHULTES S. (1997): *Psychological effects of an aerobic exercise session and a rest session following pregnancy*. J Sports Med Phys Fitness; 37: 287-91.
101. KRAMER MS. (1998): *Regular aerobic during pregnancy*. (Cochrane Review) In: The Cochrane Library; Issue 1.
102. KULPA P, WHITE M and VISSCHER R. (1987): *Aerobic exercise in pregnancy*. Am J Obstet Gynecol;156:1395-403.
103. LANGHOFF-ROOS J, LINDMARK G, KLYBERG E and GERBREMEDHIN M. (1987): *Energy intake and physical activity during pregnancy in relation to maternal fat accretion and infant birthweight*. Br J Obstet Gynaecol; 94: 1178-1185.
104. LEWIS R, YATES C and DRISKELL J. (1988): *Riboflavin and thiamin status and birth outcomes as function on maternal aerobic exercise*. Am J Clin Nutr, 48: 110-16 .
105. LOKEY E, TRAN Z, WELLS C, MYERS B and TRAN A. (1991): *Effects of physical exercise on pregnancy outcomes: a meta analytic review*. Med Sci Sports Exerc; 23(11): 1234-1239.
106. LOTGERIN F, VAN DOORN M, STRUIJK P, POOL J and WALLENBERG H. (1991): *Maximal aerobic exercise in pregnant women: heart rate, O<sub>2</sub> consumption, CO<sub>2</sub> production, and ventilation*. J Appl Physiol; 70: 1016-23.
107. LOTGERING F, GILBERT R and LONGO L. (1984): *The interactions of exercise and pregnancy: a review*. Am J Obstet Gynecol, 149:550-68.
108. LOTGERING F, GILBERT R and LONGO L. (1983): *Exercise responses in pregnant sheep: oxygen consumption, uterine blood flow and blood volume*. J Appl Physiol; 55: 834-41.

109. LOTGERING F, GILBERT R and LONGO L. (1985): *Maternal and fetal responses to exercise during pregnancy*. *Physiol Reviews*,65,1-36.
110. LOTGERING F. (1988): *Pregnancy*. In: "Women and exercise: Physiology and sports medicine". SHANGOLD M and MIRKIN (Eds). Philadelphia: F.A. DAVIDS Company; pp. 145-55.
111. MACPHAIL A, DAVIES G, VICTORY R and WOLFWE L. (2000): *Maximal exercise testing in late gestation: fetal responses*. *Obstet Gynecol*; 96: 565-70.
112. MACPHAIL A. and WOLFE L. (2000): *Maximal exercise testing in late gestation: fetal responses*. *Obstet Gynecol*;96: 565-70.
113. MAFFULLI N and ARENA B. (2002): *Exercise in pregnancy: how safe is it?* *Sport Medicine and arthroscopy review*; 10(1):15-22.
114. MAGANN E, EVANS S and NEWNHAM J. (1996): *Employment, exertion and pregnancy outcome : Assessmentby kilocalories expended each day*. *Am J Obstet Gynecol*; 175(1):182-187.
115. MAGANN E, EVANS S, WEITZ B. and NEWNHAM J. (2002): *Antepartum, intrapartum, and neonatal significanceof exercise on healthy low-risk pregnant working women*. *Obstet Gynecol*; 99 (3): 466-72.
116. MAMELLE N, LAUMON B, LAZAR P. (1984): *Prematurity and occupational activity during pregnancy*. *Am J epidemiol*; 119:309-22.
117. MANDERS M, SONDER G, MULDER E and VISSER G. (1997): *The effects of maternal exercise on fetal heart rate and movements patterns*. *Early Human Dev*; 48:237-47.
118. MARCOUX S, BRISSON J and FABIA J. (1989): *The effetc of leisure time physical activity on the risk of pre-eclampsia and gestational hypertension*. *J Epidemiol Community Health*; 43:147-52.
119. MARQUEZ-STERLING S, PERRY A, KAPLAN T, HALBERSTEIN R and SIGNORILE J. *Physical and psychlogical changes with vigorous exercise in sedentary primigravidae*. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(1): 58-62.
120. MARSAL K, LÖFGREN O and GENNSER G. (1979): *Fetal breathing movements and maternal exercise*. *Acta Obstet Gynecol Scand*; 58:197.

121. MARTIN-ANDRES A y LUNA DEL CASTILLO J (1990): *Test de homogeneidad con dos muestras*. En: Bioestadística para Ciencias de la Salud. Ed. Norma; Las Rozas (Madrid).
122. McDONALD A, McDONALD J, AMSTRONG B, CHERRY N and COTE R. (1988): *Fetal death and work in pregnancy*. Br J Ind Med; 45: 148-57.
123. McMURRAY R and KATZ V. (1990): *Thermoregulation in pregnancy, implications for exercise*. Sports Medicine; 10 (3): 146-58.
124. McMURRAY R, KATZ V, BERRY M and CÉFALO R. (1988a): *The effects of pregnancy on metabolic responses during rest, immersion, and aerobic exercise in the water*. Am J Obstet Gynecol; 158: 481-6.
125. McMURRAY R, KATZ V, BERRY M and CEFALO R. (1988 b): *Cardiovascular responses of pregnant women during aerobic exercise in water: a longitudinal study*. Int J Sports Med, 9: 443-7.
126. McMURRAY R, HACKNEY A, KATZ V, GALL M and WATSON W. (1991): *Pregnancy-induced changes in the maximal physiological responses during swimming*. J App Physiol; 71 (4): 1454-9.
127. McMURRAY R, MOTTOLA M, WOLFE L, ARTAL R, MILLAR L and PIVARNIK J. (1993): *Recent advances in understanding maternal and fetal responses to exercise*. Med Sci Sport Exerc; 25(12): 1305-21.
128. McPHAIL A, DAVIES G, VICTORY R and WOLFE L. (2000): *Maximal exercise testing in late gestation: fetal responses*. Obstet Gynecol; 96: 565-70.
129. METCALFE J, McANULTY J and UELAND K. (1981): *Cardiovascular physiology*. Clin Obstet Gynecol, 24: 693-710.
130. MISRA D, STROBINO D, STASHINKO E, NAGEY D and NANDA J. (1998): *Effects of physical activity on preterm birth*. Am J Epidemiol; 47: 628-35.
131. MONLEÓN J, MÍNGUEZ J, PERALES A y DOMÍNGUEZ R. (2001): *Actividad laboral durante el embarazo*. En: Grupo de trabajo sobre asistencia al embarazo normal. Sección de Medicina Perinatal. Cap. 4. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Manual de asistencia al embarazo normal, 2ª edición. Ed. E. Fabre Gonzalez.

132. MORTON M, PAUL N, COMPOS G, HARK M and METCALFE J. (1985): *Exercise dynamics in late gestation: effects of physical training*. Am J Obstet Gynecol, 152:91-7.
133. MOTTOLA M and WOLFE L. (2000): *The pregnant athlete*. In: "Woman in Sport". Edited by Drinkwater B. Ed. Blackwell Science.
134. NAEYE R and PETERS E. (1982): *Working during pregnancy: effects on the fetus*. Pediatrics; 69: 724-727.
135. O'NEILL M. (1996): *Maternal rectal temperature and fetal heart rate responses to upright cycling in late gestation*. Br J Sports Med, 30: 32-5.
136. OHTAQUE P and WOLFE L. (1998): *Physical conditioning attenuates respiratory responses to steady-state exercise in late gestation*. Med Sci Sports Exerc; 30(1): 17-27.
137. PAOLONE A, SHANGOLD M, PAUL D, MINNITTI and WEINER. (1987): *Fetal heart rate measurement during maternal exercise (avoidance of artefact)*: Med Sci Sports Exerc; 19: 605-9.
138. PEOPLES-SHEPS M, SIEGEL E, SUCHINDRAN C, ORIGASA H, WARE A and BARAKAT A. (1991): *Characteristics of maternal employment during pregnancy: effects on low birth weight*. Am J Public Health, 81: 1007-12.
139. PIVARNIK J, AYRES N, MAUER M, COTTON D, KIRSHON B and DILDY (1993): *Effects of maternal aerobic fitness on cardiorespiratory responses to exercise*. Med Sci Sports Exerc; 25:993-8.
140. PIVARNIK J, AYRES N, MAUER M, COTTON D, KIRSHON B and DILDY. (1994): *Effects of chronic exercise on blood volume expansion and hematologic indices during pregnancy*. Obstet Gynecol; 83:265-269.
141. PIVARNIK J. (1998): *Potential effects of maternal physical activity on birth weight: brief review*. Med Sci Sports Exerc; 30(3): 400-406.
142. PIVARNIK JM, LEE W, CLARK S, COTTON D, SPILLMAN H and MILLER J. (1990a): *Cardiac output responses of primigravid women during exercise determined by direct Fick technique*. Obstet Gynecol; 75: 954-59.
143. PIVARNIK JM, LEE W, MILLER J and WERCH J.(1990b): *Alterations in plasma volume and protein during cycle exercise throughout pregnancy*. Med Sci Sports Exer; 22 (6): 751-5.

144. POMERANCE J, GLUCK L and LINCH V. (1974): *Physical fitness in pregnancy: its effect on pregnancy outcome*. Am J Obstet Gynecol; 119: 867-76.
145. RICE P and FORT I. (1991): *The relationship of maternal exercise on labor, delivery and health of the newborn*. J Sports Med Phys Fitness; 31:95-9.
146. RIEMANN M. and KANSTRUP HANSEN L. (2000): *Effects on the foetus of exercise in pregnancy*. Scand J Med Sci Sports; (10): 12-19.
147. RODRIGUEZ F Y HERRANZ I. (1998): *Estadística en la práctica clínica*. Medicine; 7(104):4858-60.
148. ROSE N, HADDOW J, PALOMAKI G and KNIGHT G. (1991): *Self-rated physical activity level during the second trimester and pregnancy outcome*. Obstet Gynecol; 78:1078-80.
149. RÖSSNER S. (1999): *Physical activity and prevention and treatment of weight gain associated with pregnancy : current evidence and research issues*. Med Sci Sports Exerc; 31 (11): Supp. S560-3.
150. RUHLING R, CAMERON J and SIBLEY L. (1981): *Maintaining aerobics fitness while jogging through a pregnancy: a case study*. Med Sci Sports Exerc (abstract), 13: 93.
151. SADY M, HAYDON B, SADY S, CARPENTER M, THOMPSON P and COUSTAN D. (1990): *Cardiovascular response to maximal cycle exercise during pregnancy and at two and seven months postpartum*. Am J Obstet Gynecol; 162: 1181-5.
152. SADY S, CARPENTER M, THOMPSON P SADY M, MAYDON B and COUSTAN D. (1989): *Cardiovascular response to cycle exercise during and after pregnancy*. J Appl Physiol; 66: 336-41.
153. SANJOSE S, ROMAN E and BERNAL V. (1991): *Low birthweight and preterm delivery, Scotland 1981-84: effect of parents' occupation*. Lancet; 338-428.
154. SCHRAMM W, STOCKBAUER J and HOFFMAN H. (1996): *Exercise, employment, other daily activities, and adverse pregnancy outcome*. Am J Epidemiol; 143: 211-8.
155. SEGO. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. (2001): *Porcentaje de cesáreas*. Boletín anual.

156. SHEPHARD R. (2000): *Exercise and training in women, Part I and II: Influence of menstrual cycle and pregnancy on exercise responses*. Can J Appl Physiol; 25(1):19-54.
157. SIBLEY L, RUHLING R, CAMERON-FOSTER J, CHRISTENSEN C and BOLEN T. (1981): *Swimming and physical fitness during pregnancy*. J Nurse-Midwif; 26:3-12.
158. SIMON H. (1991): *Ejercicio, salud, medicina y deporte*. En: Tópicos actuales en medicina; Ed Científica médica latinoamericana; 92 I 1-41.
159. SIMPSON J. (1993): *Are physical activity and employment related to preterm birth and low birth weight?*. Am J Obstet Gynecol; 168:1231-8.
160. SLAVIN J, LUTTER J, CUSHMAN S and LEE V. (1998): *Pregnancy and exercise*. In: Sports perspectives for women. J.L.Pulh, C.H.Brown, and R.O. Voy (Eds): Champaign, IL: Human Kinetics, pag. 151.
161. SMITH D, CLARREN S and HARVEY S. (1978): *Hypertermia as a possible teratogenic agent*. J Pediatr; 1:519-21.
162. STERNFELD B, QUESENBERRY C, ESKENAZI B and NEWMAN L. (1995): *Exercise during pregnancy and pregnancy outcome*. Med Sci Sports Exerc; 5: 634-640.
163. STERNFELD B, SIDNEY S and ESKENAZI B. (1992): *Patterns of exercise during pregnancy and effects on pregnancy outcome*. Med Sci Sports Exerc; 24: S170.
164. STERNFELD B. (1997): *Physical activity and pregnancy outcome (rev and rec)*: Sport Med; Jan 23(1): 33-47.
165. TAFARI N, NAEYE R and GOBEZIE A. (1980): *Effects of maternal undernutrition and heavy physical work during pregnancy on birth weight*. Br J Obstet Gynecol; 87: 222-6.
166. TAYLOR H, JACOBS D, SCHUCKER B, KNUDSEN J, LEON A and DEBACKER G. (1978): *A questionnaire for the assesment of leisure time physical activites*. J Chon Dis; 31:741-755.
167. TREADWAY J and YOUNG J. (1989): *Decreased glucose uptake in the fetus after maternal exercise*. Med Sci Sport Exerc; 21 (2):140-5.
168. UELAND K, NOVY M , PETERSON E and METCALFE J. (1973): *Cardiorespiratory responses to pregnancy and exercise in normal women and patients with heart disease*. Am J Obstet Gynecol; 115: 4-10.

169. VAN DOORN M, LOTGERING F, STRUIJK P, JAN POOL B and WALLENBURG H. (1992): *Maternal and fetal cardiovascular responses to strenuous bicycle exercise*. Am J Obstet Gynecol; 166: 854-9.
170. VEILLE J, HOHIMER A, BURRY K and SPEROFF L. (1985): *The effect of exercise on uterine activity in the last eight weeks of pregnancy*. Am J Obstet Gynecol; 151:127.
171. WALLACE A and ENGSTROM J. (1987): *The effects of aerobic exercise on the pregnant woman, fetus, and pregnancy outcome*. J Nurse Midwifery; 32: 277-90.
172. WALLACE A, BOYER D, DAN A and HOLM K. (1986): *Aerobic exercise, maternal self-esteem, and physical discomforts during pregnancy*. J Nurse Midwife; 31: 255-62.
173. WANG T and APGAR B. (1998): *Exercise during pregnancy*. Am Fam Phys; April, 15, 57(8): 1846-52.
174. WATSON W, KATZ V and HACKNEY A. (1991): *Fetal responses to maximal swimming and cycling exercise during pregnancy*. Obstet Gynecol, 77:382-6.
175. WEBB KA , WOLFE L and McGRATH M. (1994): *Effects of acute and chronic maternal exercise on fetal heart rate*. J Appl Physiol; Nov 77 (5): 2207-13.
176. WELLS C. (1992): *El ejercicio durante el embarazo*. En: Mujeres, deporte y rendimiento (Perspectiva fisiológica): Vol. 1.Cap. 9. Ed. Paidotribo.
177. WINN H, HESS O, GOLDSTEIN I, WACKERS F and HOBBS J. (1994): *Fetal responses to maternal exercise: effect on fetal breathing and body movement*. Am J Perinatol; 11:263-6.
178. WOLFE L and MOTTOLA M. (1993): *Aerobic exercise in pregnancy: an update*. Can J Appl Physiol;18: 119-147.
179. WOLFE L, BRENNER I and MOTTOLA M. (1994): *Maternal exercise, fetal well-being and pregnancy outcome*. Exerc Sport Sci Rev; 22: 145-94.
180. WOLFE L, HALL P, WEBB K, GOODMAN L, MONGA M and McGRATH M. (1989b): *Prescription of aerobic exercise during pregnancy*. Sport Med ;8: 273-301.
181. WOLFE L, MOTTOLA M, BONEN A, MACPHAIL A, SLOBODA D, HAINS S, et al. (1999b): *Controlled, randomized study of aerobic conditioning effects on neonatal morphometrics*. Med Sci Sports Exerc. (abstract): 31 (5) S: 138.

182. WOLFE L, OHTAKE P, MOTTOLA M and McGRATH M (1989a): *Physiological interactions between pregnancy and aerobic exercise*. In: *Exerc and Spotr Sci Reviews*. K.B. Pandolf (Ed). Baltimore: Willians and Wilkins, 295-351.
183. WOLFE L, PRESTON R BURGGRAF G and McGRATH M. (1999): *Effects of pregnancy and chronic exercise on maternal cardiac structure and function*. *Can J Physiol Pharmacol*; Nov 77(11): 909-17.
184. WOLFE L, WALKER R, BONEN A and McGRATH M. (1994): *Effects of pregnancy and chronic exercise on respiratory responses to graded exercise*. *J Appl Physiol*; May 76 (5): 1928-36.
185. WOLFE L; LOWE-WYLDER S, TRANMER J and McGRATH M.(1988): *Fetal heart rate (FHR) during maternal static exercise*. *Can J Sport Sciences* 13: 71-3.
186. WONG S and McKENZIE D. (1987): *Cardiorespiratory fitness during pregnancy and its effect on outcome*. *Int J Sports Med*;8 (2): 79-83.
187. WOODWARD S. (1981): *How does strenuous maternal exercise affect the fetus? A review*. *Birth Fam J*; 8: 17-24.
188. YEO S and DAVIDGE S. (2001): *Possible beneficial effect of exercise, by reducing oxidative stress, on the incidence of preeclampsia*. *J Womens Health Gend Based Med*; Dec, 10 (10): 983-9.
189. YEO S, STEELE N, CHANG M, LECLAIRE S, RONIS D and HAYASHI R. (2000): *Effects of exercise on blood pressure in pregnant women with a high risk of gestational hypertensive disorders*. *J Reprod Med*; 45(4):293-8.
190. ZAHARIEVA E. (1972): *Oyimpic participation by women*. *Jama*, 221:992-5.