



**Trabajo para la obtención del Título de Graduado en Ciencias de la
Actividad Física y el Deporte**

ACTIVIDAD FÍSICA Y GESTACIÓN: REVISIÓN SISTEMÁTICA

ALBERTO MORENO LÓPEZ

**Departamento de Ciencias Sociales de la Actividad Física, del Deporte
y del Ocio**

**Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

Curso 2014/2015



**Trabajo para la obtención del Título de Graduado en Ciencias de la
Actividad Física y el Deporte**

ACTIVIDAD FÍSICA Y GESTACIÓN: REVISIÓN SISTEMÁTICA

Autor:

ALBERTO MORENO LÓPEZ

Tutor:

Dr. Rubén Barakat Carballo

**Departamento de Ciencias Sociales de la Actividad Física, del Deporte
y del Ocio**

**Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

Curso 2014/2015

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, porque tu espíritu de superación día tras día, tu humildad y tu valentía son el mejor ejemplo posible que puedo tener.

A mi padre, por enseñarme que la única manera posible de alcanzar el éxito es mediante el sacrificio, la constancia y el trabajo duro.

A mi hermano, por haberme cuidado siempre y por demostrarme tu fuerza y entereza en los momentos más duros.

Y por último a mi tutor, Rubén, por haberme guiado y ayudado tanto en el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN - ABSTRACT	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	7
3. MATERIAL Y MÉTODOS	7
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1. Sistema cardiovascular	10
4.2. Sistema respiratorio	15
4.3. Metabolismo	18
4.4. Sistema endocrino.....	22
4.5. Crecimiento y desarrollo fetal.....	24
4.6. Respuestas psicológicas y emocionales	29
5. CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS FUTURAS	30
6. BIBLIOGRAFÍA	31

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

E.C.A.: Ensayo clínico aleatorizado

FC: Frecuencia cardíaca

FCF: Frecuencia cardíaca fetal

G.C.: Grupo de control

GCh: Hormona gonadotropina humana

GDM: Diabetes Mellitus gestacional

GH: Hormona del crecimiento

G.I.: Grupo de Intervención

IGF: Factores de crecimiento insulínico

IP: Índice de pulsatibilidad

PCO₂: Presión parcial de dióxido de carbono en la sangre arterial

VO₂: Consumo de Oxígeno

VO₂ máx: Consumo de Oxígeno máximo

VS: Volumen sistólico

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1: Desplazamiento del eje cráneo-caudal.....	5
Figura 2: Cambios producidos por el embarazo.....	6
Figura 3: Referencias revisadas.....	9
Tabla 1: Artículos revisados (Sistema cardiovascular I).....	13
Tabla 2: Artículos revisados (Sistema cardiovascular II).....	14
Tabla 3: Artículos revisados (Sistema respiratorio).....	17
Tabla 4: Artículos revisados (Metabolismo I).....	20
Tabla 5: Artículos revisados (Metabolismo II).....	21
Tabla 6: Artículos revisados (Sistema endocrino).....	23
Tabla 7: Artículos revisados (Crecimiento y desarrollo fetal I).....	27
Tabla 8: Artículos revisados (Crecimiento y desarrollo fetal II):.....	28

RESUMEN

Históricamente, las recomendaciones sobre la práctica deportiva durante el embarazo se han basado en creencias de carácter cultural y popular, sin tener ningún argumento científico.

Desde un punto de vista científico, la mujer en su totalidad cambia durante nueve meses, lo que puede provocar alteraciones importantes. La suma de ejercicio a todos estos cambios podría generar, en teoría, ciertos compromisos debido a los requerimientos de la propia actividad.

Mediante este trabajo, se busca encontrar que aparece realmente en la literatura científica con respecto al desarrollo de actividad física en el período de gestación, y de ésta manera extraer unas conclusiones que nos permitan evaluar los resultados que el ejercicio produce en las mujeres gestantes.

Palabras clave: Ejercicio físico, embarazo

ABSTRACT

Historically, recommendations about physical activity during pregnancy were based on cultural and popular beliefs, without any scientific argument.

From a scientific point of view, the female body changes completely during the nine months of pregnancy and this may cause major alterations. The sum of exercise to all these changes could produce, in theory, certain compromises due to the activity itself.

Through this work, we attempt to find what actually appears in the scientific literature regarding the practice of physical activity during the gestation period, and in this way draw conclusions that allow us to evaluate the outcomes that exercise produces in pregnant women.

Keywords: Exercise, pregnancy

1. INTRODUCCIÓN

Particularidades del proceso de embarazo y parto

El embarazo es el único proceso vital que implica la modificación de prácticamente todos los sistemas corporales. Comprende todos los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del feto en el interior del útero materno y, como consecuencia, los cambios (en todos los ámbitos) que se producen en la mujer gestante encaminados a proteger, nutrir y permitir el desarrollo del feto [1].

Como se puede observar, la gestación representa un momento excepcional en la vida de una mujer, en el que todos los sistemas corporales se modifican para mantener la homeostasis materno-fetal. Si todos los mecanismos encaminados a generar una nueva vida se desarrollan de forma adecuada el proceso de embarazo y parto suele transcurrir sin mayores inconvenientes orgánicos y psicológicos [2].

Ahora bien, es necesario destacar que las modificaciones anteriormente citadas, como el aumento de peso, los cambios hormonales, los numerosos cambios anatómicos y locomotores, incluso las modificaciones de carácter psíquico y emocional (labilidad emocional, ansiedad, depresión) colocan a la mujer gestante en una situación de riesgo permanente de sufrir alteraciones de todo tipo. Cualquier desajuste en este complejo equilibrio puede representar un serio condicionante para el proceso de embarazo y parto [3, 4].

El ejercicio físico durante el embarazo

Cada día son más las mujeres que desean vivir este complejo proceso de gestación de forma físicamente activa, con el objeto básico de aprovecharse de la gran cantidad de beneficios que, al menos en la población no gestante, se le reconocen al ejercicio físico [5, 6].

Ante esta situación y a pesar de la gran cantidad de estudios científicos que se han ocupado de este tema en los últimos años, la literatura científica no es absolutamente concluyente en cuanto a la influencia que el ejercicio físico desarrollado durante el embarazo puede tener sobre el organismo gestante y el crecimiento y desarrollo fetal. Esto se debe, en gran medida, a la elevada complejidad que presenta para su análisis el proceso de embarazo y parto [6, 7].

El cuerpo gestante. Modificaciones

Las modificaciones que se producen en una mujer durante el embarazo podemos dividirlas en genitales y extragenitales. Según la literatura científica, son las segundas las que mayor susceptibilidad pueden presentar a la influencia que los factores ambientales [8, 9] (como el ejercicio físico). A continuación se presenta una relación de ambas:

Modificaciones genitales

- **Útero:** El útero se prepara para ser el órgano de la gestación y ser el motor del parto. En su interior se desarrolla el feto y su flujo sanguíneo aporta los elementos respiratorios y nutritivos necesarios para el crecimiento fetal. Durante el parto sus contracciones generarán la fuerza necesaria para lograr la expulsión del feto. El peso del útero no gestante es de unos 50-70 g y su capacidad de unos 10 ml. Al final de la gestación alcanza un peso de unos 1.000 g y su cavidad tiene una capacidad de unos 5.000 ml, es decir hasta 1.000 veces su volumen pregestacional. Mientras antes de la concepción medía unos 9 cm de largo y 6 de ancho, al final del embarazo sus dimensiones pueden llegar a 35 cm de largo y 22,8 de ancho [1, 2].
- **Ovarios:** Los ovarios cesan la maduración folicular y la ovulación. En uno de los ovarios se encuentra el cuerpo lúteo gestacional. Ecográficamente es sonoluscente y no supera los 5 cm de diámetro. El cuerpo lúteo (formado en los ovarios durante la ovulación), suele desaparecer durante el ciclo menstrual. Cuando la mujer se queda en estado, por el contrario, permanece y libera progesterona, estrógenos y hormona gonadotropina humana (GCh) entre otras hormonas.
- **Vagina:** La vagina aumenta su vascularización, adquiriendo una coloración rojo vinoso y su tejido conectivo, lo que produce un reblandecimiento extremo, hecho que facilita su distensión durante el trabajo de parto. La secreción vaginal aumenta, sobre todo al final de la gestación; es de color blanquecino y de pH ácido. La citología vaginal es típica de la segunda fase del ciclo, sobre todo al inicio de la gestación.

- **Glándula mamaria:** Bajo la influencia de las hormonas y del mayor suministro de sangre, los senos aumentan de tamaño y se vuelven más duros en el transcurso del embarazo. Durante el embarazo existe una mastalgia (dolor mamario) y a partir del 2º mes se hacen visibles unas finas venas bajo la piel (red venosa de Haller). Los pezones aumentan de tamaño, se pigmentan y se tornan eréctiles y sensibles. La areola aumenta de tamaño y se pigmenta (areola secundaria de Dubois), y se pueden ver pequeñas elevaciones (tubérculos de Montgomery), que son glándulas hipertrofiadas. Varias semanas antes del parto puede observarse la salida de calostro (líquido transparente o lechoso). La mujer no debe presionar el pecho para extraerlo, es preferible la colocación de gasas en el sujetador. [2]

Modificaciones extragenitales

- **Sistema cardiovascular:** Las modificaciones cardiovasculares que ocurren durante el embarazo no suponen riesgo para la mujer sana, pero en una mujer con una cardiopatía pueden ser peligrosas. Durante la gestación el corazón aumenta de tamaño y se desplaza hacia la izquierda, girando sobre su eje longitudinal, al elevarse progresivamente el diafragma. El gasto cardíaco aumenta un 30-40% como consecuencia del aumento de la FC, y del leve aumento del VS. La tensión arterial diastólica disminuye en el primer y segundo trimestre, y vuelve a sus valores normales en el tercer trimestre. La disminución de la resistencia vascular periférica explica estas modificaciones en la tensión arterial [10].

La compresión del útero grávido sobre la vena cava inferior provoca el aumento de la presión venosa en las extremidades inferiores. Esta presión puede explicar la aparición de edemas maleolares y varices en las extremidades inferiores. Las varices aparecen en el 50% de las gestantes. La presión osmótica está ligeramente disminuida, lo que tiene importancia en situaciones de riesgo (cardiopatía, sepsis), ya que puede explicar episodios de edema pulmonar. A su vez, las taquicardias y crisis de hipotensión provocados por cambios rápidos de posición, son síntomas normales durante el embarazo [8].

- **Cambios respiratorios:** Los estrógenos y la progesterona pueden producir un edema de la mucosa nasal por estimulación colinérgica. En el embarazo la obstrucción nasal es un síntoma frecuente. Al comienzo del embarazo la mujer respira más profundamente, pero no con mayor frecuencia, por la acción de la progesterona. Por la expansión del útero, de pie se eleva la posición diafragmática media unos 4 cm. Se produce un aumento de la presión intra-abdominal que llevan a las costillas a “horizontalizarse”. Se incrementa el VO_2 entre un 10% y un 20% y disminuye la PCO_2 . Aumenta la ventilación por minuto lo que produce una alcalosis respiratoria producida también por progesterona y estrógenos lo que lleva a una acidosis metabólica compensatoria (pH: 7,44) [11].
- **Cambios metabólicos:** El aumento de peso es uno de los cambios más evidentes durante el embarazo (entre 10 y 13 kg en condiciones normales). Con respecto al metabolismo de los carbohidratos, la gestante en ayunas tiene tendencia a hipoglucemia, hipoinsulinemia e hipercetonemia. El embarazo, como estado diabetógeno, proporciona niveles altos de glucosa para que sean transferidos hacia el feto. Este hecho explica las mayores necesidades de insulina durante la segunda mitad del embarazo [12, 13, 14].

En lo referente al 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 y se relaciona con el incremento del estríol, progesterona y lactógeno placentario. Con respecto al metabolismo del agua, la retención del agua es una de las alteraciones fisiológicas del embarazo. Estos cambios se deben al descenso de la osmolaridad plasmática y la secreción de vasopresina [12].
- **Sistema endocrino:** La hipófisis aumenta su tamaño un 135% durante la gestación. La producción de prolactina aumenta progresivamente durante todo el embarazo e interviene en el desencadenamiento y mantenimiento de la secreción láctea. La secreción de la hormona foliculoestimulante, luteinizante y de la hormona de crecimiento es inhibida durante el embarazo. La oxitocina es liberada durante el parto para estimular las contracciones uterinas y durante la succión en la lactancia para estimular la eyección láctea [9, 14].

Durante el embarazo hay un ligero aumento del tiroides producido por la hiperplasia y la hiperemia. El metabolismo basal y la concentración de hormonas tiroideas en sangre aumentan, pero la función tiroidea es básicamente normal durante el embarazo. Existen pocos cambios morfológicos de la glándula suprarrenal durante el embarazo. La concentración de cortisol plasmático aumenta considerablemente durante el embarazo. La secreción de adrenalina y noradrenalina no se modifica durante la gestación [2].

- **Sistema músculo-esquelético:** Los cambios en este sistema son responsables de muchos de síntomas como por ejemplo dolores costales, lumbares, contracturas o el síndrome del túnel carpiano [15]. Se produce una hiperlordosis “aparente”, ya que la gestante compensa el desvío de su centro de gravedad, no con una hiperlordosis, sino desplazando hacia atrás todo su eje cráneo-caudal [2]

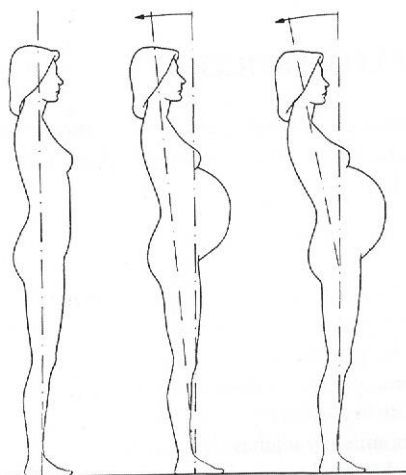


Figura 1: Desplazamiento del eje cráneo caudal [2]

- **Modificaciones psíquicas:** Tanto para la madre como para el padre, el embarazo es un período de respuestas emocionales intensas que pueden ir desde la satisfacción hasta la ansiedad. Cada mujer responde en función de su propio carácter y de los cambios que tienen lugar en su cuerpo. El sistema hormonal influye en las emociones femeninas, por lo que los cambios emocionales son completamente normales [16, 17, 18].

Algunas mujeres pasan por fases en las que sienten el embarazo de una forma contradictoria o negativa. Estas fases se pueden ver acrecentadas debido a las

modificaciones producidas por la propia dinámica de la gestación y el correspondiente cansancio. Cuando estos síntomas disminuyen hacia el segundo trimestre, los sentimientos contradictorios suelen dar lugar a la euforia. Los cambios repentinos de humor son algo también habitual, sobre todo durante el primer trimestre, pero no hay que preocuparse en absoluto [5].

En definitiva, todas las características analizadas hacen que el período de embarazo esté considerado como una etapa con gran influencia para la fijación de ciertos hábitos que permanecerán en la mujer (en algunos casos durante toda su vida) [19]; a esto debemos añadir, como decíamos anteriormente, la creciente población gestante que desea iniciar (o continuar) con la práctica física durante su embarazo [5, 6, 7]. Por todo esto se hace interesante conocer desde el punto de vista científico, la influencia del ejercicio físico en el organismo materno y fetal.



Figura 2: Cambios producidos durante el embarazo

2. OBJETIVO

El presente trabajo de revisión pretende conocer los resultados y conclusiones de los estudios realizados acerca de la influencia del ejercicio físico durante el embarazo, tanto en el organismo materno como en el crecimiento y desarrollo fetal.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado una revisión sistemática, la búsqueda y selección de documentación se llevó a cabo entre el 8 de Enero y el 31 de Marzo de 2015, utilizando los siguientes criterios de búsqueda:

A. Búsquedas bibliográficas basadas en las siguientes Tesis Doctorales (Repositorio UPM):

- i. Barakat, R. Influencia del trabajo aeróbico programado en el desarrollo de la gestación. Parámetros materno-fetales. UPM. [tesis doctoral]; fecha de defensa: 23 de abril de 2003. [20]
- ii. Rodríguez Cabrero M. El ejercicio físico aeróbico moderado como agente colaborador en el tratamiento de la diabetes gestacional. UPM [tesis doctoral]; fecha de defensa: 4 de diciembre de 2009. [21]
- iii. Peláez Puente, M. Estudio del efecto del ejercicio aeróbico moderado durante la gestación en el aumento excesivo de peso y sus consecuencias. UPM. [tesis doctoral]; fecha de defensa: 13 de junio de 2011. [22]
- iv. Cordero Rodríguez, Y. La Diabetes Gestacional: el rol del ejercicio físico en su prevención. Gestational Diabetes: the role of physical exercise in prevention. UPM. [tesis doctoral]; fecha de defensa: 7 de marzo de 2013. [23]
- v. Perales Santaella, M. Adaptaciones cardíacas hemodinámicas, estructurales y funcionales a un programa de ejercicio físico supervisado durante el embarazo: ensayo clínico aleatorizado. Hemodynamic structural and functional cardiac adaptations in a supervised exercise program during pregnancy, randomized

controlled trial. UPM. [tesis doctoral]; fecha de defensa: 14 de mayo de 2014. [24]

B. Búsquedas documentales (publicaciones periódicas) a través de la plataforma Medline-PubMed. La estrategia de búsqueda fue la siguiente:

Límite temporal: desde el año 1980 hasta la actualidad.

Palabras clave utilizadas:

- i. Términos de búsqueda: (pregnancy[Title]) AND (changes[Title]).
- ii. Términos de búsqueda: hemos combinado el término “pregnancy” con los diferentes sistemas orgánicos gestantes (“cardiovascular, respiratory, endocrine”, etc.).
- iii. Términos de búsqueda: (pregnancy[Title]) AND (emotional[Title]).
- iv. Términos de búsqueda: (pregnancy[Title]) AND (psychological[Title]).
- v. Términos de búsqueda: (pregnancy[Title]) AND (fetal development[Title]).
- vi. Términos de búsqueda: (pregnancy[Title]) AND (exercise[Title]).
- vii. Términos de búsqueda: (pregnancy[Title]) AND (physical activity[Title]).

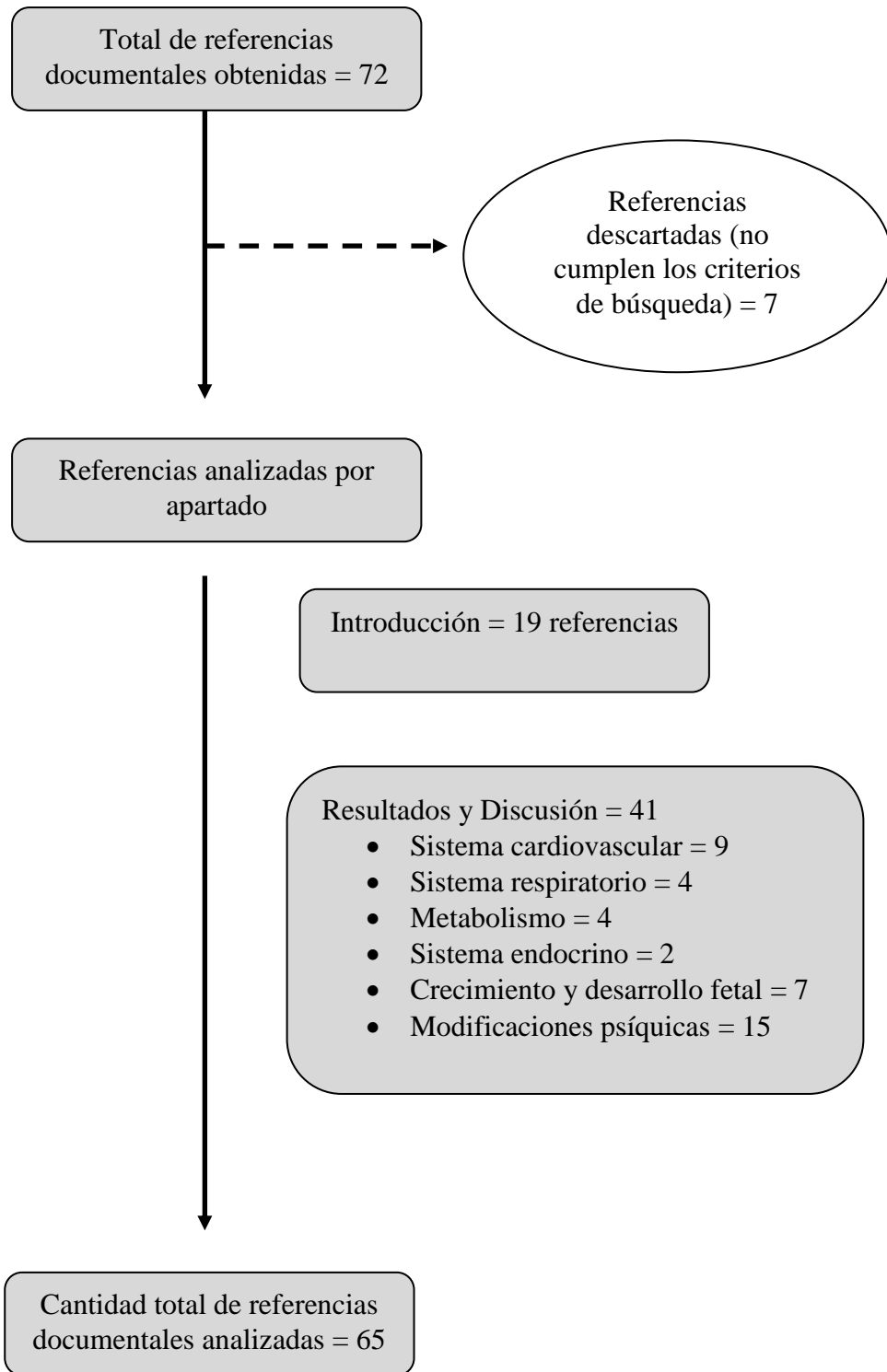


Figura 3: Referencias consultadas

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Sistema cardiovascular

Mediante el análisis de 9 artículos científicos, se trató de extraer conclusiones acerca del funcionamiento del sistema cardiovascular materno-fetal durante el ejercicio en la gestación.

Barakat R, [25] en un ensayo clínico aleatorizado (ECA) con 142 mujeres gestantes, estudió la influencia de la actividad física de carácter aeróbico sobre la tensión arterial materna durante el segundo y tercer trimestre de embarazo. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre el grupo de tratamiento (n=72) y el grupo de control (n=70). El autor concluyó que la realización de ejercicio físico durante el segundo y tercer trimestre de embarazo no ocasiona riesgos materno-fetales en lo que a tensión arterial materna se refiere.

Barakat et al. [26] en otro ECA con 20 mujeres gestantes, estudiaron la influencia de la actividad física en el tercer trimestre de embarazo sobre el comportamiento cardíocirculatorio de la unidad materno-fetal mediante la medición de índice de pulsabilidad (IP) y frecuencia cardíaca fetal (FCF). Los resultados detectaron un aumento de la FCF mayor en gestantes secundigrávidas, que en gestantes primigrávidas, sin alteraciones significativas del IP. Los autores concluyeron que la actividad física incrementa la FCF sin efectos perjudiciales y que los cambios en el IP son cambios adaptativos.

May et al. [27] en un estudio longitudinal con 61 mujeres embarazadas, estudiaron la influencia del ejercicio aeróbico en el feto desde la semana 28 de gestación hasta la semana 36. El grupo de ejercicio (n=26) presentaba una FCF significativamente más baja que el grupo de control (n=35) y su variabilidad de la FC era significativamente mayor. Los autores concluyeron que esto influye positivamente en el desarrollo de la autonomía cardíaca fetal.

Morrow et al. [28] en un estudio experimental con 15 mujeres embarazadas analizaron las respuestas hemodinámicas materno-fetales a 5 minutos de ejercicio mediante Doppler. Sus resultados fueron que las mujeres aumentaban su FC, su presión sanguínea y su ratio sistólico/diastólico en la arteria uterina. Con respecto al feto, su FC era mayor, mientras que ratio de velocidad sistólico/diastólico en la arteria umbilical no estaba alterado. Los autores concluyeron que la resistencia útero-placentaria a la sangre incrementa, por lo que esto puede significar una reducción del suministro de sangre al feto. Sin embargo, la ausencia de señales en el feto indica que tiene suficientes reservas como para compensar estos cambios. En conclusión, no hay evidencias de que la AF sea perjudicial en la fase final del embarazo, pero podría serlo en caso de enfermedad previa o similar.

Perales et al. [29] en un ECA con 59 mujeres gestantes, estudiaron la seguridad del ejercicio físico de carácter aeróbico para el sistema cardiovascular y valoraron las posibles mejoras cardiovasculares producidas. Los resultados mostraron mejoras en el índice de masa corporal (IMC), mejoras en la presión arterial sistólica y mayor volumen sistólico en el grupo de tratamiento (n=45). Sin embargo el grupo de control (n=14) presento hipertrofia concéntrica. Los autores concluyeron que el ejercicio aeróbico durante el embarazo es seguro para el sistema cardiovascular, mejorando incluso algunos parámetros.

Stutzman et al. [30] en un estudio de seguimiento prospectivo con 22 mujeres embarazadas, estudiaron la influencia del ejercicio sobre la presión sanguínea y la variabilidad de la frecuencia cardiaca en mujeres tanto en normopeso como con sobrepeso. Sus resultados mostraron que las mujeres en el grupo de control (n=11) incrementaban su presión sanguínea en reposo con respecto al grupo de ejercicio (n=11). Los autores concluyeron principalmente que el ejercicio podría atenuar el incremento de la presión sanguínea, sobretodo en mujeres con sobrepeso.

Veille et al. [31] en un estudio experimental con 6 mujeres embarazadas, estudiaron los efectos de la función ventricular izquierda durante el ejercicio en bicicleta al principio y al final del embarazo. Sus resultados mostraron diferencias significativas durante el pico de ejercicio máximo en la sístole ventricular, siendo mayor al principio

del embarazo. El volumen sistólico en reposo era significativamente mayor al final del embarazo.

No había diferencias en la FC ni durante el ejercicio ni durante la recuperación. Los autores concluyeron que el incremento del VS al final del embarazo se debe al aumento del tamaño ventricular.

El mismo grupo de trabajo, [32] en otro estudio similar con 10 mujeres embarazadas, examinaron los efectos del embarazo y del ejercicio en la respuesta de la diástole ventricular izquierda. Sus resultados fueron que la diástole ventricular izquierda disminuye con el embarazo, mientras que la FC aumenta. Los autores concluyeron que el embarazo en sí, no parece afectar adversamente las propiedades de la diástole ventricular izquierda.

En otro estudio del mismo grupo de investigación (Veille et al.), [33] se volvió a examinar la función ventricular izquierda durante el ejercicio en bicicleta, esta vez con 16 mujeres embarazadas confirmando los resultados obtenidos en el anterior estudio. Sus resultados mostraron que a pesar de los grandes cambios a nivel cardiovascular durante la gestación, la función ventricular izquierda no se ve comprometida al realizar ejercicio de alta intensidad durante la segunda mitad del embarazo. Los autores también observaron que no existe una reducción del volumen sistólico durante la recuperación en la posición de decúbito lateral.

Por lo tanto, podemos concluir que el ejercicio durante el embarazo es seguro a nivel cardiovascular [25, 27-29] y que incluso puede llegar a mejorar algunos parámetros [29].

SISTEMA CARDIOVASCULAR				
Referencia	Tipo de Estudio	Muestra	VARIABLES	Resultados
Barakat R. [25]	Estudio clínico aleatorizado	(n=142) G.I. (n=72) G.C. (n=70)	Tensión Arterial Materna	La realización de ejercicio físico durante el segundo y tercer trimestre de embarazo no ocasiona riesgos materno-fetales en lo que a tensión arterial materna se refiere.
Barakat et al. [26]	Ensayo clínico aleatorizado	(n=20)	Índice de Pulsatilidad Frecuencia Cardíaca Fetal	La actividad física incrementa la FCF sin efectos perjudiciales y los cambios en el IP son cambios adaptativos
May et al. [27]	Estudio longitudinal	(n=61) G.I. (n=26) G.C. (n=35)	Frecuencia Cardíaca Fetal Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca Materna	El ejercicio físico influye positivamente en el desarrollo de la autonomía cardíaca fetal siendo la FCF más baja y la variabilidad de la FC materna mayor.
Morrow et al. [28]	Estudio experimental	(n=15)	Frecuencia Cardíaca Materna Presión sanguínea Ratio sistólico/diastólico en la arteria uterina Frecuencia Cardíaca Fetal	El ejercicio hace que la resistencia útero-placentaria a la sangre incremente, pero la ausencia de señales en el feto indica que tiene suficientes reservas como para compensar estos cambios

Tabla 1: Artículos revisados (Sistema cardiovascular I)

SISTEMA CARDIOVASCULAR					
Referencia	Tipo de Estudio	Muestra	Variables	Resultados	
Perales et al. [29]	Ensayo clínico aleatorizado	G.I. (n=59) G.C. (n=14)	Índice de Masa Corporal Presión Arterial Sistólica Volumen Sistólico	El ejercicio aeróbico durante el embarazo es seguro para el sistema cardiovascular, mejorando incluso algunos parámetros.	
Stutzman et al. [30]	Estudio de seguimiento prospectivo	(n=22) G.I. (n=11) G.C. (n=11)	Presión sanguínea Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca	El ejercicio podría atenuar el incremento de la presión sanguínea, sobretudo en mujeres con sobrepeso.	
Veille et al. [31]	Estudio experimental	(n=6)	Volumen Sistólico Frecuencia Cardíaca Materna Diástole Ventricular Izquierda	El incremento del VS al final del embarazo durante la realización de ejercicio se debe al aumento del tamaño ventricular	
Veille et al. [32]	Estudio experimental	(n=10)	Frecuencia Cardíaca Materna Diástole Ventricular Izquierda Volumen Sistólico	La actividad física durante el embarazo no afecta adversamente la diástole ventricular izquierda	
Veille et al. [33]	Estudio experimental	(n=16)	Volumen Sistólico Frecuencia Cardíaca Materna Diástole Ventricular Izquierda	La función ventricular izquierda no se ve comprometida al realizar ejercicio de alta intensidad durante la segunda mitad del embarazo	

Tabla 2: Artículos revisados (Sistema cardiovascular II)

4.2. Sistema respiratorio

En este apartado, se han revisado 4 artículos acerca del funcionamiento del sistema respiratorio durante el ejercicio en la gestación.

Berry et al. [34] en un estudio longitudinal durante el embarazo (semanas 15, 25 y 35) y el postparto (semanas 8-10 después del parto), estudiaron las respuestas pulmonares del ejercicio en inmersión. Los autores concluyeron que la función pulmonar y la ventilación se ven alteradas durante la inmersión en agua como resultado del embarazo y de la propia inmersión, pero no se ven comprometidas, por lo que es seguro realizar ejercicio acuático durante el embarazo.

Jensen et al. [35] en un ECA con 22 mujeres embarazadas, estudiaron la relación entre el embarazo y la intensidad de la incomodidad respiratoria (disnea) durante el ejercicio en cicloergómetro. Sus resultados mostraron como el grupo de ejercicio (n=14) no mostraba mayor disnea ni diferencias significativas en VO_2 con respecto al grupo de control (n=8). Los autores concluyeron que el ejercicio durante el embarazo no está asociado con un aumento en la disnea, ni siquiera en sus fases más avanzadas.

El mismo grupo de investigación en otro estudio [36] con 15 mujeres embarazadas examinó las limitaciones ventilatorias mediante pruebas progresivas en cicloergómetro. Sus resultados reflejaron que durante el embarazo la capacidad inspiratoria incrementa y el volumen de reserva espiratorio disminuye, sin estar relacionado con un cambio en la capacidad pulmonar total ni en la fuerza respiratoria muscular. Esto supone un volumen tidal mayor durante el ejercicio en el tercer trimestre de embarazo. Los autores concluyeron que los aumentos inducidos por el embarazo en la disnea reflejan el incremento normal de la ventilación y la contracción de los músculos respiratorios. Se producen adaptaciones mecánicas del sistema respiratorio (como por ejemplo el aumento de la broncodilatación), permitiendo que se responda a la mayor demanda durante el ejercicio en el embarazo.

Larry et al. [37] en un ECA, estudiaron los efectos del embarazo y del ejercicio regular sobre las respuestas respiratorias. Sus resultados mostraron como los niveles de lactato post-ejercicio fueron significativamente menores durante el segundo y tercer trimestre de embarazo en el grupo de ejercicio (n=9) con respecto a los niveles del grupo de control (n=9) durante el postparto. Los autores concluyeron que el ejercicio regular durante el embarazo ayuda a conservar la capacidad anaeróbica durante el postparto.

La disnea del embarazo y la congestión nasal son los cuadros más frecuentes relacionados con el sistema respiratorio durante el embarazo y no tienen medidas preventivas [1]. Aun así, podemos concluir que el ejercicio no supone un aumento de la disnea, ni siquiera en las fases más avanzadas del embarazo [35, 36]

SISTEMA RESPIRATORIO				
Referencia	Tipo de Estudio	Muestra	VARIABLES	Resultados
Berry et al. [34]	Estudio longitudinal	(n=12)	Función Pulmonar Ventilación Capacidad Inspiratoria Volumen de Reserva Espiratorio Capacidad Pulmonar Total	La función pulmonar y la ventilación se ven alteradas durante la inmersión en agua como resultado del embarazo y de la propia inmersión, pero no se ven comprometidas, por lo que es seguro realizar ejercicio acuático durante el embarazo.
Jensen et al. [35]	Ensayo clínico aleatorizado	(n=22) G.I. (n=14) G.C. (n=8)	Disnea Consumo de Oxígeno (VO2)	El ejercicio durante el embarazo no está asociado con la disnea, ni siquiera en sus fases más avanzadas. Tampoco hubo diferencias con respecto al consumo de oxígeno
Jensen et al. [36]	Estudio experimental	(n=15)	Capacidad Inspiratoria Volumen de Reserva Espiratorio Capacidad Pulmonar Total Fuerza Respiratoria Muscular Volumen Corriente Disnea	Durante el embarazo, la capacidad inspiratoria incrementa y el volumen de reserva espiratorio disminuye, sin estar relacionado con un cambio en la capacidad pulmonar total ni en la fuerza respiratoria muscular. Esto supone un volumen corriente mayor durante el ejercicio en el tercer trimestre de embarazo.
Larry et al. [37]	Ensayo clínico aleatorizado	(n=18) G.I. (n=9) G.C. (n=9)	Ventilación Ácido Láctico	Los niveles de lactato post-ejercicio fueron significativamente menores durante el segundo y tercer trimestre de embarazo con respecto a los niveles del grupo de control durante el postparto. El ejercicio regular durante el embarazo ayuda a conservar la capacidad anaeróbica durante el postparto.

Tabla 3: Artículos revisados (Sistema respiratorio)

4.3. Metabolismo

La gestación es considerada como una experiencia diabetógena. [40]. En este apartado se revisan 4 artículos sobre la influencia del ejercicio físico en el metabolismo durante el embarazo.

Barakat et al. [38] en un ECA con 83 mujeres embarazadas, estudiaron la influencia del ejercicio físico sobre los niveles de glucosa entre la semana 24 y 28 de embarazo. Sus resultados mostraron como en el grupo de ejercicio (n=40) los niveles de glucosa fueron significativamente más bajos que en el grupo de control (n=43). Los autores concluyeron que el desarrollo de actividad física moderada durante el embarazo mejora los niveles de tolerancia materna a la glucosa.

Bessinger et al. [39] en un trabajo experimental con 12 mujeres embarazadas, estudiaron la utilización de sustratos y las respuestas hormonales en las mismas mujeres durante el embarazo y después del parto. Sus resultados mostraron que el ejercicio durante el embarazo causa una reducción de los niveles de glucosa en el plasma y un aumento de los triglicéridos circulantes. Durante el ejercicio los niveles de cortisol, GH y glucagón son mayores en el embarazo. El ejercicio reduce los niveles de insulina, dándose el valor máximo de reducción en la semana 33. Los autores concluyeron que la utilización de sustratos y las respuestas hormonales se ven alteradas como parte del embarazo. Las proteínas aparecen como fuente de energía de manera no importante, ya que 30 minutos de ejercicio no son suficientes como para comprometer la disponibilidad de aminoácidos fetal.

Cowett et al. [40] en un estudio longitudinal con 5 mujeres embarazadas no diabéticas, analizaron los cambios en la homeostasis de la glucosa y el lactato durante el ejercicio, tanto en el último trimestre de embarazo como en el postparto. Las mujeres realizaban 30 minutos de ejercicio al 60% VO_2 máx. Los resultados mostraron que el lactato aumentaba proporcionalmente en ambos períodos (antes y después del parto) mientras que la glucosa se mantenía estable. Los autores concluyeron que las perturbaciones metabólicas referidas a la glucosa y al lactato, no parecen ser diferentes durante el tercer trimestre de la gestación y el postparto.

Soultanakis et al. [41] en un estudio de “Casos y Controles” con 10 mujeres embarazadas y 10 mujeres no gestantes, estudiaron las diferencias en insulina, glucosa sanguínea y lactato entre ambos grupos, después de realizar 1 hora de ejercicio a una intensidad de 55% VO_2 máx. Los resultados mostraron como la insulina y la glucosa en mujeres embarazadas disminuía más rápido que en mujeres no gestantes. Por otro lado el lactato se mantenía más bajo durante 15 minutos después del ejercicio. Los autores concluyeron que 60 minutos de ejercicio en una mujer embarazada a nivel de la glucosa equivalen a 24 horas de ayuno, por lo que las necesidades del feto se podrían ver comprometidas.

En definitiva, podemos concluir que el ejercicio físico durante el embarazo ayuda a regular la glucosa, por lo que podría prevenir la GDM, pero deben respetarse ciertos límites en cuanto a la intensidad y el volumen de la carga, sin exceder los 60 minutos de trabajo continuo ni elevar la intensidad por encima de lo moderado, ya que se podrían ver comprometidas las necesidades del feto [41].

METABOLISMO				
Referencia	Tipo de Estudio	Muestra	Variables	Resultados
Barakat et al. [38]	Ensayo Clínico Aleatorizado	G.I. (n=83) G.C. (n=43)	Glucosa	El desarrollo de actividad física moderada durante el embarazo mejora los niveles de tolerancia materna a la glucosa.
Bessinger et al. [39]	Estudio experimental	(n=12)	Glucosa Triglicéridos Cortisol Hormona del Crecimiento Glucagón Insulina	El ejercicio durante el embarazo causa una reducción de los niveles de glucosa en el plasma y un aumento de los triglicéridos circulantes, cortisol, GH y glucagón. Las proteínas aparecen como fuente de energía de manera no importante, ya que 30 minutos de ejercicio no son suficientes como para comprometer la disponibilidad de aminoácidos fetal.

Tabla 4: Artículos revisados (Metabolismo I)

METABOLISMO				
Referencia	Tipo de Estudio	Muestra	VARIABLES	Resultados
Cowett et al. [40]	Estudio longitudinal	(n=5)	Glucosa Lactato	Las perturbaciones metabólicas referidas a la glucosa y al lactato, no parecen ser diferentes durante el tercer trimestre de la gestación y el postparto.
Soutlanakis et al. [41]	Casos y Controles	(n=20) G.I. (n=10) G.C. (n=10)	Glucosa Lactato Insulina	La insulina y la glucosa en mujeres embarazadas disminuía más rápido que en mujeres no gestantes. 60 minutos de ejercicio en una mujer embarazada a nivel de la glucosa equivalen a 24 horas de ayuno, por lo que las necesidades del feto se podrían ver comprometidas

Tabla 5: Artículos revisados (Metabolismo II)

4.4. Sistema endocrino

Mediante la revisión de 2 artículos científicos, se busca extraer conclusiones acerca de la influencia del ejercicio en el sistema endocrino materno y su repercusión en el feto.

Hopkins et al. [42] en un ECA. con 84 mujeres embarazadas, estudiaron los efectos del entrenamiento en la segunda mitad del embarazo sobre los cambios hormonales durante el embarazo y su relación con el tamaño del feto al nacer. Sus resultados mostraron que el ejercicio durante el embarazo no tiene impacto sobre los cambios en el eje IGF materno. Las mujeres del grupo de ejercicio (n=47) presentaron un 29% más de leptina. Cambios tardíos en la leptina materna están inversamente relacionados con el peso fetal al nacer. Los autores concluyeron que un incremento en la leptina podría contribuir a la reducción del peso del feto al nacer.

Hedderson et al. [43] en un estudio de casos-controles con 345 embarazadas con Diabetes Mellitus Gestacional (GDM) y 800 mujeres en el grupo de control, estudiaron la relación entre el ratio de aumento de peso gestacional y la GDM. Los resultados indicaron que el riesgo de padecer GDM aumenta cuando el aumento de peso es igual o superior a 0,27-0,40kg/semana. Los autores concluyeron que un ratio elevado de aumento de peso, especialmente al principio del embarazo, podrían aumentar el riesgo de GDM.

Según Hopkins et al. [40], el ejercicio físico contribuye a un incremento de la leptina, una hormona producida tanto por los adipocitos, como por el hipotálamo, la placenta y los ovarios. Los autores atribuyen un descenso del peso fetal al nacer al incremento de esta hormona producida por el ejercicio. Se puede concluir por lo tanto, que se debe proseguir con la investigación con respecto al ejercicio fetal al nacer y el ejercicio durante el embarazo, ya que como veremos en el siguiente apartado, los artículos analizados no llegan a una conclusión conjunta.

SISTEMA ENDOCRINO				
Referencia	Tipo de Estudio	Muestra	Variables	Resultados
Hopkins et al. [42]	Ensayo clínico aleatorizado	(n=84) G.I. (n= 47) G.C. (n=37)	Axis IGF maternal Leptina materna	Cambios tardíos en la leptina materna están inversamente relacionados con el peso fetal al nacer. El grupo de ejercicio presentó un 29% más de leptina
Hedderson et al. [43]	Casos y Controles	(n=1145) G.I. (n= 345) G.C. (n=800)	Peso gestacional GDM	Un ratio elevado de aumento de peso, especialmente al principio del embarazo, podrían aumentar el riesgo de GDM.

Tabla 6: Artículos revisados (Sistema endocrino)

4.5. Crecimiento y desarrollo fetal

En este apartado se han revisado 7 artículos acerca de la influencia del ejercicio en el crecimiento y desarrollo fetal.

Clapp et al. [44] en un ECA con 132 mujeres embarazadas, estudiaron las diferencias entre las medidas de los neonatos del grupo de ejercicio (n=77) formado por corredoras ocasionales y bailarinas de aerobio, y el grupo de control (n=55). Su resultado principal fue encontrar diferencias significativas en el peso de los bebés procedentes del grupo de ejercicio (-310 g). No hubo diferencias significativas ni en altura ni en circunferencia craneal. Los autores concluyeron que seguir un programa de carrera y aerobio tiene como resultado el nacimiento de bebés menos pesados, siendo esa diferencia de peso debida en un 70% a la masa grasa del neonato.

Clapp et al. [45] en un trabajo posterior (ECA) con 46 mujeres embarazadas que no hacían ejercicio de manera regular, estudiaron los efectos de la actividad física sobre el crecimiento en el feto y la placenta. Sus resultados mostraron diferencias significativas en peso ($3,75 \pm 0,08$ vs $3,49 \pm 0,07$ kg) y en altura ($51,8 \pm 0,3$ vs $50,6 \pm 0,3$ cm), siendo los nacimientos del grupo de ejercicio (n=22) más pesados y grandes que los del grupo de control (n=24). Los autores concluyeron que seguir un programa moderado de ejercicio con peso al principio de la gestación estimula el crecimiento en el feto y la placenta.

El mismo grupo de investigación en un estudio de seguimiento longitudinal postnatal [46] con 104 bebés, estudió su desarrollo físico y mental durante su primer año de vida, después de que sus madres desarrollaran un programa de actividad física durante su embarazo. Sus resultados mostraron que los bebés del grupo de ejercicio al nacer pesaban menos y tenían menos grasa corporal, pero no había diferencias en cuanto a altura, circunferencia craneal y masa magra. Al año los dos grupos no diferían en ninguna de las escalas nombradas anteriormente, pero los bebés del grupo de ejercicio completaron la escala de Bayley con unos resultados ligeramente mejores. Los autores concluyeron que el ejercicio regular, sostenido y no gravitacional durante el embarazo no tiene ningún efecto sobre el crecimiento físico y el desarrollo mental durante el primer año de vida.

Hatch et al. [47] en un estudio prospectivo con 800 mujeres embarazadas, estudiaron el impacto del ejercicio en cada trimestre del embarazo sobre el crecimiento fetal. Sus resultados indicaron que las mujeres que habían realizado ejercicio moderado durante el embarazo daban a luz a bebés con 100 gramos más de media con respecto al grupo de control (n=185). Por otro lado las mujeres que habían realizado ejercicio de manera más intensa (2.000 kcal/semana), tenían bebés de aproximadamente 300 gramos más.

Hopkins et al. [48] en un ECA con 84 mujeres embarazadas estudiaron los efectos del ejercicio aeróbico en la segunda mitad del embarazo sobre la sensibilidad materna a la insulina. Sus resultados mostraron que los nacimientos procedentes del grupo de ejercicio (n=47) pesaban menos que los nacimientos del grupo de control (n=37). La reducción de la sensibilidad a la insulina materna no estaba afectada por el ejercicio. Los autores concluyeron que el ejercicio regular durante el embarazo está relacionado con bebés más pequeños al nacer, pero esto no está asociado con la sensibilidad materna a la insulina.

Juhl et al. [49] en un estudio observacional prospectivo con 79.692 recién nacidos, estudiaron la relación entre el ejercicio durante el embarazo y las medidas de crecimiento fetales. Sus resultados indicaron que los bebés de las mujeres embarazadas que realizaban ejercicio, eran más pequeños que los de las mujeres que no habían hecho ejercicio, pero las diferencias eran muy pequeñas. Los autores concluyeron que los resultados encontrados con respecto al ejercicio no indicaban ningún dato estadístico como para estar en contra del ejercicio durante el embarazo.

Mari Owe et al. [50] en un estudio observacional con 36.869 mujeres embarazadas, estudiaron la relación entre el ejercicio regular antes y durante el embarazo y un peso excesivo del feto al nacer. Sus resultados mostraron que el 10,9% (n=4.033) de los recién nacidos tenían un peso excesivo, siendo el 56,1% (n=2.263) hijos de mujeres multíparas. Los autores concluyeron que la actividad física regular durante el embarazo reduce la probabilidad de que el recién nacido tenga un peso excesivo entre del 23% al 28%.

Podemos concluir que es necesario la realización de más estudios, ya que los realizados hasta el momento evidencian resultados dispares.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO FETAL				
Referencia	Tipo de Estudio	Muestra	Variables	Resultados
Clapp et al. [44]	Ensayo clínico aleatorizado	(n=132) G.I. (n=77) G.C. (n=55)	Peso fetal al nacer Altura fetal al nacer Ratio feto-placenta Circunferencia craneal Masa grasa fetal al nacer	El ejercicio aeróbico regular durante el embarazo tiene como resultado una disminución del peso del feto al nacer. La diferencia de peso entre ambos grupos se debe principalmente a la masa grasa del neonato
Clapp et al. [45]	Ensayo clínico aleatorizado	(n=46) G.I. (n=22) G.C. (n=24)	Peso fetal al nacer Altura fetal al nacer	Seguir un programa moderado de ejercicio con peso al principio de la gestación estimula el crecimiento en el feto y la placenta.
Clapp et al. [46]	Estudio de seguimiento longitudinal postnatal	(n=104)	Peso fetal al nacer Altura fetal al nacer Circunferencia craneal Desarrollo cognitivo	El ejercicio regular, sostenido y no gravitacional durante el embarazo no tiene ningún efecto sobre el crecimiento físico y el desarrollo mental durante el primer año de vida.

Tabla 7: Artículos revisados (Crecimiento y desarrollo fetal I)

CRECIMIENTO Y DESARROLLO FETAL				
Referencia	Tipo de Estudio	Muestra	Variables	Resultados
Hatch et al. [47]	Estudio prospectivo	(n=800) G.I. (n=615) G.C. (n=125)	Peso fetal al nacer Altura fetal al nacer	Las mujeres que habían realizado ejercicio de manera intensa (2.000 kcal/semana), tenían bebés de aproximadamente 300 gramos más.
Hopkins et al. [48]	Ensayo clínico aleatorizado	(n=84) G.I. (n=47) G.C. (n=37)	Peso fetal al nacer Altura fetal al nacer Sensibilidad materna a la insulina	El ejercicio regular durante el embarazo está relacionado con bebés más pequeños al nacer, pero esto no está asociado con la sensibilidad materna a la insulina.
Juhl et al. [49]	Estudio observacional prospectivo	(n=79,692)	Peso fetal al nacer Altura fetal al nacer	Los bebés de las mujeres embarazadas que realizaban ejercicio, eran más pequeños que los de las mujeres que no habían hecho ejercicio, pero las diferencias eran muy pequeñas.
Mari Owe et al. [50]	Estudio observacional	(n=36,869)	Peso fetal al nacer Altura fetal al nacer	La actividad física regular durante el embarazo reduce la probabilidad de que el recién nacido tenga un peso excesivo entre del 23% al 28%.

Tabla 8: Artículos revisados (Crecimiento y desarrollo fetal II)

4.6. Respuestas psicológicas y emocionales

Como se ha informado anteriormente en el apartado de Introducción, el embarazo es un tiempo durante el cual el equilibrio emocional y la estabilidad psicológica pueden estar en riesgo. En este sentido la depresión prenatal es una alteración difícil de tratar en las mujeres embarazadas mediante una intervención farmacológica, teniendo en cuenta la necesidad de evitar posibles efectos adversos de este tipo de intervención, tales como el desarrollo fetal alterado incluyendo daños a nivel cerebral en el feto [51-53], parto prematuro o crecimiento intrauterino retardado [54-56], algunos estudios llaman la atención acerca de la fuerte asociación entre la depresión prenatal y la depresión post-parto y sus complicaciones relacionadas, que incluyen dificultades en el vínculo madre-hijo/a [57], dificultades de alimentación infantil y problemas de sobrepeso infantil [58], bajo peso al nacer o estancias hospitalarias más largas [57].

En teoría, las mejoras en el estado de ánimo y la autoestima generados por el ejercicio podrían mitigar este problema y mejorar el nivel de satisfacción y la propia aceptación de la imagen corporal de la mujer gestante [59]. Ciertamente, esta asociación se ha demostrado en algunos estudios [60, 61]. Otros estudios han demostrado que el ejercicio durante el embarazo mejora los síntomas relacionados con la depresión, tanto en población no gestante como en mujeres embarazadas [62-64]. En un reciente ECA, Perales et al. [65] encontraron que un programa de ejercicio físico durante el embarazo atenuaba tales síntomas en mujeres embarazadas sanas.

5. CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Como hemos observado, el proceso de embarazo y el parto es un evento biológico relevante que genera las mayores modificaciones que pueden generarse en el cuerpo de la mujer. Desde un punto de vista científico, prácticamente todo el organismo femenino cambia durante nueve meses, a veces de manera discontinua, lo que puede provocar alteraciones importantes, incluyendo el ámbito psicológico. La adición de ejercicio podría generar, en teoría, ciertos conflictos debido a los requisitos y las reacciones de la propia actividad física. La literatura científica no ha sido totalmente concluyente en cuanto a la coexistencia de dos procesos: el ejercicio y el embarazo. Sin embargo, la mayoría de los estudios examinados sobre la relación entre el ejercicio y el embarazo, informan que ante la ausencia de contraindicaciones de carácter obstétrico, no deben existir complicaciones en el bienestar de la madre y del feto, incluso algunos de ellos reportan mejoras en ambos.

Sin embargo, también es cierto que la gran mayoría de los estudios analizados llaman la atención en relación a la necesidad de continuar en el desarrollo de estudios experimentales que aporten mayor claridad en este campo científico que en la actualidad presenta aún cierta controversia y desinformación. La realización de este tipo de estudios, especialmente los Ensayos Clínicos Aleatorizados, podría aportar sin dudas respuestas más fiables.

Asimismo, el presente estudio debería alentar a todos aquellos profesionales encargados de la salud de la mujer gestante a implementar programas de ejercicio físico moderados, supervisados, atractivos y seguros durante el embarazo.

En el caso de las mujeres embarazadas sanas sin contraindicaciones obstétricas, estos programas pueden incluir tres sesiones semanales (llegando a cinco en aquellas con hábitos de ejercicio previos) de 55 a 60 minutos de duración y con una intensidad moderada. Por último, es importante destacar que muchos son los estudios en los que se recomienda que los citados programas deben ser diseñados y desarrollados de forma conjunta por profesionales de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte junto con la participación y supervisión de los profesionales de la Medicina.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Pritchard J, McDonald P, Gant N. Adaptación materna al embarazo. Barcelona: Salvat; 1986
2. De Miguel J, Sanchez M. 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 Ed. E. Fabre González editor. Zaragoza: I.N.O. Reproducciones; 2001
3. Cunningham F, McDonald P, Gant N, Leveno K, Gilstrap L, Hankins G et al. Obstetricia. 20ª ed. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 1998
4. Frey J. Fisiología del embarazo. México: McGraw – Hill. Interamericana; 1997
5. Artal R. Embarazo y ejercicio. Barcelona: Ed. Médici; 1995
6. Barakat R. Ejercicio físico durante el embarazo. Madrid: Pearson Educación; 2006
7. Ezcurdia Gurpegui M. 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. 2ª Ed. E. Fabre González editor. Zaragoza: I.N.O. Reproducciones; 2001
8. Escalante JM. Adaptación materna al embarazo. Modificaciones gravídicas. En Usandizaga JA, De la Fuente P, coordinadores. Tratado de Obstetricia y Ginecología. Vol. I. Madrid: McGraw – Hill. Interamericana de España. S.A; 1997
9. Gratacos E, Gomez R, Nicolaides K, Romero R, Cabero L. Medicina fetal. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2007.
10. Lotgering F. Pregnancy. En Shangold, M, Mirkin, G, editores. Women and exercise: Physiology and sports medicine. Philadelphia: F.A. DAVIDS Company; 1988. pp. 145-55.

11. Heenan A, Wolfe L. Plasma acid-base regulation above and below ventilatory threshold in late gestation. *J Appl Physiol.* 2000; 88: 149-57.
12. González R, Sobreviela M, Torrijo C, Fabre E. (2001): Nutrición materna durante el embarazo. En: Grupo de trabajo sobre asistencia al embarazo normal. Sección de Medicina Perinatal. Cap. 8. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Manual de asistencia al embarazo normal. 2ª Ed. E. Fabre González editor. Zaragoza: I.N.O. Reproducciones; 2001
13. Marshall W, Carpenter MD. Gestational diabetes, pregnancy hypertension and late vascular disease. *Diabetes Care* 2007; 30: 246-50.
14. McIntyre HD, Chang AM, Callaway LK, Cowley DM, Dyer AR, Radaelli T et al. Hormonal and metabolic factors associated with variations in insulin sensitivity in human pregnancy. *Diabetes Care* 2010; 33: 356-60.
15. Tejerizo L, Moro J, Sánchez M et al. Síndrome del túnel carpiano del embarazo. *Prog Obset Ginecol*; 1999
16. Andersson L, Sundström-Poromaa I, Wulff M, Aström M, Bixo M. Depression and anxiety during pregnancy and six months postpartum: a follow-up study. *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica* 2006; 85(8): 937-44.
17. Martín Morales D, Bullones Rodríguez MA, Carmona Monge FJ, Carretero Abellán MI, Moreno Moure MA, Peñacoba Puente C. Influencia de los factores psicológicos en el embarazo, parto y puerperio. Un estudio longitudinal. *Nure Investigation* 2008; 37.
18. Herrera J, González E. Medicina materno fetal. Respuestas actuales 2015. Madrid: Ed. Selene; 2014.
19. Phelan S. Pregnancy: a teachable moment for weight control and obesity prevention. *American Journal of Obstetrics & Gynecology* 2010; 202: 135-8.
20. Barakat, R. Influencia del trabajo aeróbico programado en el desarrollo de la gestación. Parámetros materno-fetales. UPM. [tesis doctoral]; fecha de defensa: 23 de abril de 2003.

21. Rodríguez Cabrero M. El ejercicio físico aeróbico moderado como agente colaborador en el tratamiento de la diabetes gestacional. UPM. [tesis doctoral]; 4 de diciembre de 2009
22. Peláez Puente, M. Estudio del efecto del ejercicio aeróbico moderado durante la gestación en el aumento excesivo de peso y sus consecuencias. UPM. [tesis doctoral]; fecha de defensa: 13 de Junio de 2011.
23. Cordero Rodríguez, Y. La Diabetes Gestacional: el rol del ejercicio físico en su prevención. Gestational Diabetes: the role of physical exercise in prevention. UPM. [tesis doctoral]; fecha de defensa: 7 de Marzo de 2013.
24. Perales Santaella, M. Adaptaciones cardíacas hemodinámicas, estructurales y funcionales a un programa de ejercicio físico supervisado durante el embarazo: ensayo clínico aleatorizado. Hemodynamic structural and functional cardiac adaptations in a supervised exercise program during pregnancy, randomized controlled trial. UPM. [tesis doctoral]; fecha de defensa: 14 de Mayo de 2014.
25. Barakat R. El ejercicio aeróbico moderado durante el embarazo su relación con el comportamiento de la tensión arterial materna. *European Journal of Human Movement* 2005; 13: 119-131.
26. Barakat Carballo R, López Mas C, Montejo Rodríguez R. Influencia del ejercicio físico en el tercer trimestre del embarazo sobre el comportamiento cardiocirculatorio de la unidad materno-fetal. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 2010; 3(2): 47-51.
27. May LE, Glaros A, Yeh HW, Clapp III JF, Gustafson KM. Aerobic exercise during pregnancy influences fetal cardiac autonomic control of heart rate and heart rate variability. *Early Human Development* 2010; 213-217.
28. Morrow RJ, Knox Ritchie JW, Bull SB. Fetal and maternal hemodynamic responses to exercise in pregnancy assessed by Doppler ultrasonography. *Am J Obstet Gynecol.* 1989; 160: 138-140.
29. Perales M, Luaces M, Barriopedro MI, Montejo R, Barakat R. Efectos de un programa de ejercicio físico supervisado sobre la estructura cardíaca durante la

- gestación. Ensayo clínico aleatorizado. *Progresos de Obstetricia y Ginecología* 2012; 55 (5): 209-215.
30. Stutzman SS, Brown A, Hains SMJ, Godwin M, Smith GN, Parlow JL et al. The effects of Exercise Conditioning in Normal and Overweight Pregnant Women on Blood Pressure and Heart Rate Variability. *Biological Research for Nursing* 2010; 12: 137.
 31. Veille JC, Hellerstein HK, Cherry B, Bacevice Jr AE. Effects of advancing pregnancy on left ventricular function during bicycle exercise. *The American Journal of Cardiology* 1994; 73: 609-610.
 32. Veille JC, Kitzman DW, Millsaps PD, Kilgo PD. Left ventricular diastolic filling response to stationary bicycle exercise during pregnancy and the postpartum period. *Am J Obstet Gynecol* 2001; 185: 822-827.
 33. Veille JC, Hellerstein HK., Cherry, B., Bacevice Jr, A.E & Janos J. Maternal left ventricular performance during bicycle exercise. *The American Journal of Cardiology* 1992; 69: 1506-1508.
 34. Berry MJ, McMurray RG, Katz VL. Pulmonary and ventilatory responses to pregnancy, immersion and exercise. *J. Appl. Physiol.* 1989; 66(2): 857-862.
 35. Jensen D, Webb KA, Wolfe LA, O'Donnell DE. Effects of human pregnancy and advancing gestation on respiratory discomfort during exercise. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 2007; 156: 85–93.
 36. Jensen D, Webb KA, Davies GAL, O'Donnell DE. Mechanical ventilatory constraints during incremental cycle exercise in human pregnancy: implications for respiratory sensation. *J Physiol.* 2008; 586(19): 4735–4750.
 37. Wolfe LA, Walker RMC, Bonen A, McGrath MJ. Effects of pregnancy and chronic exercise on respiratory responses to graded exercise. *J. Appl. Physiol.* 1994; 76 (5): 1928-1936.
 38. Barakat R, Cordero Y, Coterón J, Luaces M, Montejo R. Exercise during pregnancy improves maternal glucose screen at 24-28 weeks: a randomised controlled trial. *J Sports Med.* 2001; 46: 656-661.

39. Bessinger RC, McMurray RG, Hackney AC. Substrate utilization and hormonal responses to moderate intensity exercise during pregnancy and after delivery. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 2002; 186(4).
40. Cowett RM, Carpenter MW, Carr S, Kalhan S, Maguire C, Sady M et al. Glucose and lactate kinetics during a short exercise bout in pregnancy. *Metabolism* 1996; 45(6): 753-758.
41. Soultanakis HN, Artal R, Wiswell RA. Prolonged exercise in pregnancy: glucose homeostasis, ventilator and cardiovascular responses. *Seminars in Perinatology* 1996; 20 (4): 315-327.
42. Hopkins SA, Baldit JC, Cutfield WS, McCowan L, Hofman PL. Effects of exercise training on maternal hormonal changes in pregnancy. *Clinical Endocrinology* 2011; (74): 495-500.
43. Hedderson MM, Gunderson EP, Ferrara A. Gestational weight gain and risk of gestational diabetes mellitus. *Am J Obstet Gynecol* 2010; 115 (3): 597-664.
44. Clapp JF, Capeless EL. Neonatal morphometrics after endurance exercise during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1990; 163: 1805-11.
45. Clapp JF, Kim H, Burciu B, López B. Beginning regular exercise in early pregnancy: Effect on fetoplacental growth. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 183: 1484-8.
46. Clapp JF, Simonian S, López B, Appleby-Wineberg S, Harcar-Sevcik R. The one-year morphometric and neurodevelopment outcome of the offspring of women who continued to exercise regularly throughout pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1998; 178: 594-599.
47. Hatch MC, Shu XO, McLean DE, Levin E, Begg M, Reuss L et al. Maternal exercise during pregnancy, physical fitness, and fetal growth. *Am J Epidemiol.* 1993; 137: 1105-14.
48. Hopkins SA, Baldi JC, Cutfield WS, McCowan L, Hofman PL. Exercise training in pregnancy reduces offspring size without changes in maternal insulin sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab.* 2010; 95: 2080-2088.

49. Juhl M, Olsen J, Andersen PK, Nøhr EA, Nybo Andersen AM. Physical exercise during pregnancy and fetal growth measures: a study within the Danish National Birth Cohort. *Am J Obstet Gynecol* 2010; 202: 63-8.
50. Mari Owe K, Nystad W, Bø K. Association between regular exercise and excessive newborn birth weight. *Am J Obstet Gynecol* 2009; 114: 770-6.
51. Allister L, Lester BM, Carr S, Liu J. The effects of maternal depression on fetal heart rate response to vibroacoustic stimulation. *Developmental neuropsychology*. 2001; 20(3): 639-51.
52. Diego MA, Field T, Hernandez-Reif M, Schanberg S, Kuhn C, González-Quintero VH. Prenatal depression restricts fetal growth. *Early human development* 2009; 85(1): 65-70.
53. O'Connor TG, Heron J, Golding J, Beveridge M, Glover V. Maternal antenatal anxiety and children's behavioural/emotional problems at 4 years. Report from the Avon Longitudinal Study of Parents and Children. *The British journal of psychiatry: the journal of mental science* 2002; 180: 502-8.
54. Field, T. Prenatal depression effects on early development: a review. *Infant behavior & development* 2011; 34(1): 1-14.
55. Field T, Diego M, Hernandez-Reif M. Prenatal depression effects on the fetus and newborn: a review. *Infant behavior & development* 2006; 29(3): 445-55.
56. Li D, Liu L, Odouli R. Presence of depressive symptoms during early pregnancy and the risk of preterm delivery: a prospective cohort study. *Human reproduction* 2009; 24(1): 146-53.
57. Wisner KL, Sit DK, Hanusa BH, Moses-Kolko EL, Bogen DL, Hunker DF. et al. Major depression and antidepressant treatment: impact on pregnancy and neonatal outcomes. *The American journal of psychiatry* 2009; 166(5): 557-66.
58. Ertel KA, Koenen KC, Rich-Edwards JW, Gillman MW. Antenatal and postpartum depressive symptoms are differentially associated with early childhood weight and adiposity. *Paediatric and perinatal epidemiology* 2010; 24(2): 179-89.

59. Boscaglia N, Skouteris H, Wertheim EH. Changes in body image satisfaction during pregnancy: a comparison of high exercising and low exercising women. *The Australian & New Zealand journal of obstetrics & gynecology* 2003; 43(1): 41-5.
60. Mehta UJ, Siega-Riz AM, Herring AH. Effect of body image on pregnancy weight gain. *Maternal and child health journal* 2011; 15(3): 324-32.
61. Rauff EL, Downs DS. Mediating effects of body image satisfaction on exercise behavior, depressive symptoms, and gestational weight gain in pregnancy. *Annals of behavioral medicine: a publication of the Society of Behavioral Medicine* 2011; 42(3): 381-90.
62. Craft LL, Freund KM, Culpepper L, Perna FM. Intervention study of exercise for depressive symptoms in women. *Journal of women's health* 2007; 16(10): 1499-509.
63. Koniak-Griffin D. Aerobic exercise, psychological well-being, and physical discomforts during adolescent pregnancy. *Research in nursing & health* 1994; 17(4): 253-63.
64. Robledo-Colonia AF, Sandoval-Restrepo N, Mosquera-Valderrama YF, Escobar-Hurtado C, Ramirez-Velez R. Aerobic exercise training during pregnancy reduces depressive symptoms in nulliparous women: a randomised trial. *Journal of physiotherapy* 2012; 58(1): 9-15.
65. Perales M, Refoyo I, Coterón J, Bacchi M, Barakat R. Exercise During Pregnancy Attenuates Prenatal Depression: A Randomized Controlled Trial. *Evaluation & the health professions* 2014.

