UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE (INEF)

**Efecto del ejercicio físico durante el embarazo en el peso feto-placentario y el riesgo
de depresión perinatal materna: Ensayo Clínico Aleatorizado**

**Effect of physical exercise during pregnancy on feto-placental weight and risk of
maternal perinatal depression: a Randomized Clinical Trial**

TESIS DOCTORAL CON MENCIÓN INTERNACIONAL

INTERNATIONAL PhD THESIS

Marina Vargas Terrones

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

2018

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS SOCIALES DE LA ACTIVIDAD FÍSICA, DEL
DEPORTE Y DEL OCIO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Tesis doctoral

Efecto del ejercicio físico durante el embarazo en el peso feto-placentario y el riesgo de depresión perinatal materna: Ensayo Clínico Aleatorizado

Effect of physical exercise during pregnancy on feto-placental weight and risk of maternal perinatal depression: a Randomized Clinical Trial

Autora

Marina Vargas Terrones

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Director

Rubén Barakat Carballo

Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Profesor titular Universidad Politécnica de Madrid

Codirectora

María Perales Santaella

Doctora en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Profesora Universidad Camilo José Cela

Madrid, 2018

Agradecimientos

A mi director y tutor de tesis, Rubén Barakat, por haber confiado en mí para sacar adelante este trabajo y por haberme dado la oportunidad de adentrarme en el mundo investigador.

A mi codirectora, María Perales, por haberme dado la oportunidad de formar parte de su propia tesis doctoral cuando yo aún estaba cursando el Máster.

A los “Javieres” del 206, por haberme acogido en su despacho con su alegría, sus galletitas y su mate.

A la Universidad Politécnica de Madrid, al INEF y al Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital de Torrejón, por darme un lugar donde empezar a emprender mi carrera investigadora.

A mis "mamis deportistas", y a las que no lo fueron, porque sin su colaboración y esfuerzo este estudio no habría salido adelante.

To Michelle Mottola, for welcoming me in her laboratory and her home and making me feel at home. Thank you for helping me to learn so much about your work.

To my canadian labmates and friends, Taniya and Karishma, and to Roberta and Karina, whom I hope to see soon to continue sharing knowledge.

To my "canadian" friends, Ian and Marcel, with whom I have shared and will continue sharing unforgettable trips.

A mis licenciadas Ester, Marta, Lorena, Marisa y Miriam, a mis "escaladores natos" Arturo y Velas, y a mi compi de Erasmus Héctor, a los que he echado de menos en estos últimos años de trayectoria académica.

A mis compis del Lourdes, Nuria, Sandra, Irene y María, a las que no he podido dedicar todo el tiempo que me hubiese gustado. Y a los grandes profes que allí tuvimos.

A mis compis de fútbol, Vicky, Elena, Guty, Sandra, Rocío... con las que he compartido tanto dentro y fuera del campo, y con las que ya no comparto todo lo que me gustaría por mi lesión.

Al “equipo de montaña y playa”, y a las "niñas" Ana, Irene y Elenita, con quienes he hecho tantas cumbres, y las que quedan por hacer... A Paula y a Toñi, las nuevas componentes del “equipo B”. Y a Manolo, quien sé que disfrutaría al verlas en estas aventuras...

A toda mi gran familia, Vargas y Terrones, a los que no nombro por ser tantos, pero a los que tengo la suerte de tener cerca. Y a mis asturianitos, que no lo están tanto.

A mis abuelos. A mi yeyo Pedro, de quien no me acostumbro a su marcha, y de quien me hubiese gustado que estuviera conmigo. A mi yeyo Juan, al que nunca conocí, pero me hubiese encantado hacerlo.

A mis abuelas. A mi yeya Mira, quien me enseñó a ser, ante todo, humana, y me hizo ver la importancia del cariño. A mi yeya Toñi, de quién aprendí la importancia de ser fuerte ante las circunstancias de la vida.

A mis padres, por respetar y apoyar todas mis decisiones. Y por enseñarme a tomarlas desde la humildad, el compromiso, el valor del esfuerzo y la empatía.

A mi padre, Emilio, por abrirme todas las puertas y dejarme escoger. De él saqué mi curiosidad por la investigación, y por las alturas...

A mi madre, Elena, por dedicarse tanto a la gente, y por dedicarme tanto a mí. De ella creé mi amor por la enseñanza, y por conocer mundo...

A mi hermana Adriana, con quien comparto el día a día y las aventuras por el mundo, allá donde yo vaya, o allá donde ella esté. De sus "bellas artes" aprendí lo que es presumir. Me encanta ver que alguien se llevó toda la creatividad que yo no tengo...

A Víctor, por compartir tanto conmigo, pero sobre todo por apoyarme en todas mis decisiones y por estar siempre presente a pesar de la distancia...

Y a "Victorín", por transmitirme su alegría y su espontáneo cariño. Estoy segura de que algún día llegará a ser un gran paleontólogo...

*A mis padres, mis primeros maestros, que me
supieron transmitir la curiosidad por el
conocimiento y la importancia de los valores.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	XVIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XX
ABREVIATURAS	XXII
GLOSARIO	XXIV
RESUMEN	XXVI
ABSTRACT	XXVIII
1. INTRODUCCIÓN	30
1.1 El proceso de embarazo: un periodo con complejas adaptaciones maternas	32
1.2 Modificaciones fisiológicas sufridas durante el embarazo	33
1.2.1 Adaptaciones del sistema cardiovascular	33
1.2.2 Adaptaciones del sistema respiratorio	35
1.2.3 Adaptaciones del sistema endocrino	37
1.2.4 Adaptaciones del sistema reproductor	38
1.2.5 Modificaciones en el metabolismo	39
1.2.6 Modificaciones en la composición corporal y ganancia de peso	39
1.3 Modificaciones anatómicas sufridas durante el embarazo	42
1.3.1 Adaptaciones del aparato locomotor	42
1.4 Modificaciones psicológicas sufridas durante el embarazo	42

1.5 Efecto del ejercicio durante el embarazo desde una perspectiva psicológica: la depresión perinatal	43
1.6 Efecto del ejercicio durante el embarazo desde una perspectiva fisiológica: el peso feto-placentario.....	46
1.6.1 Peso de nacimiento	46
1.6.2 Peso placentario	49
1.6.3 El índice de peso feto-placentario	52
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	56
2.1 Perspectiva psicológica.....	58
2.1.1 Hipótesis.....	58
2.1.2 Objetivo.....	58
2.2 Perspectiva fisiológica	58
2.2.1 Hipótesis.....	58
2.2.2 Objetivo.....	58
3. MATERIAL AND METHODS	60
3.1 Study design.....	62
3.2 Recruitment and exclusion criteria.....	62
3.3 Randomization	63
3.4 Characteristics of the participants	63
3.5 Study groups	65

3.5.1 Control Group (CG).....	65
3.5.2 Intervention Group (IG).....	65
3.6 Physical exercise program (IG).....	65
3.6.1 Structure of the session	66
3.6.2 Design of the intervention program.....	68
3.6.3 Intensity of the session.....	69
3.7 Data collection	69
3.7.1 Information collected about the pregnancy period.....	70
3.7.2 Information collected about the delivery	70
3.7.3 Information collected about the postpartum period.....	71
3.8 Data processing	71
3.8.1 Other measures: BMI.....	80
3.8.2 Other measures: Gestational weight gain.....	80
3.9 Outcomes	80
3.9.1 Principal outcomes: psychological perspective.....	80
3.9.2 Principal outcomes: physiological perspective	82
3.9.3 Secondary outcomes	83
3.10 Statistical analysis	83
3.10.1 Analysis of baseline characteristics	83
3.10.2 Analysis of psychological outcomes.....	84

3.10.3 Analysis of physiological outcomes	85
3.11 Sample size calculation.....	86
3.11.1 Sample size for psychological approach	86
3.11.2 Sample size for physiological approach.....	86
3. MATERIAL Y MÉTODOS	88
3.1 Diseño del estudio	90
3.2 Reclutamiento y criterios de exclusión.....	90
3.3 Aleatorización	91
3.4 Características de las participantes.....	91
3.5 Grupos de estudio	93
3.5.1 Grupo Control (GC).....	93
3.5.2 Grupo Intervención (GI)	93
3.6 Programa de ejercicio físico (GI).....	94
3.6.1 Estructura de las sesiones.....	94
3.6.2 Diseño del programa de intervención	96
3.6.3 Intensidad de las sesiones	97
3.7 Recopilación de datos.....	98
3.7.1 Información recopilada sobre el periodo de embarazo	98
3.7.2 Información recopilada sobre el parto	98
3.7.3 Información recopilada sobre el periodo postparto	99

3.8 Procesamiento de datos.....	100
3.8.1 Otras medidas: Índice de Masa Corporal.....	109
3.8.2 Otras medidas: ganancia de peso gestacional	109
3.9 Variables	109
3.9.1 Variable principal de la perspectiva psicológica	109
3.9.2 Variable principal de la perspectiva fisiológica	111
3.9.3 Variables secundarias	112
3.10 Análisis estadístico	112
3.10.1 Análisis de las características iniciales	112
3.10.2 Análisis de las variables psicológicas	113
3.10.3 Análisis de las variables fisiológicas	114
3.11 Cálculo del tamaño muestral.....	115
3.11.1 Tamaño muestral para el enfoque psicológico	115
3.11.2 Tamaño muestral para el enfoque fisiológico	116
4. RESULTADOS.....	118
4.1 Muestra de estudio.....	120
4.2 Características maternas	122
4.2.1 Características maternas generales	122
4.2.2 Características maternas relativas a la depresión	124
4.2.3 Características maternas relativas al nivel de ejercicio físico	125

4.3 Características paternas	126
4.4 Adherencia al programa de ejercicio y abandono del estudio	127
4.5 Resultados de perspectiva psicológica: la depresión perinatal	128
4.5.1 Análisis de los resultados obtenidos en el cuestionario CES-D.....	128
4.5.2 Análisis estratificado de los resultados obtenidos en el cuestionario CES-D.....	130
4.5.3 Análisis de las puntuaciones obtenidas en el cuestionario CES-D.....	130
4.6 Resultados de perspectiva fisiológica: el peso feto-placentario.....	132
4.6.1 Análisis del peso de la placenta.....	132
4.6.2 Análisis del peso fetal	132
4.6.3 Análisis de la relación del peso placentario con el peso de nacimiento	133
4.6.4 Análisis de las variables secundarias	133
5. DISCUSIÓN	136
5.1 Perspectiva general.....	138
5.2 Perspectiva psicológica: la depresión perinatal.....	139
5.3 Perspectiva fisiológica: el peso feto-placentario.....	141
6. CONCLUSIONES	146
7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	150
8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	154
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	158
10. ANEXOS	178

ANEXO I. Certificado de aceptación por la Comisión de Investigación.....	180
ANEXO II. Consentimiento Informado	181
ANEXO III. Captación y utilización de imágenes.....	182
ANEXO IV. Hoja de información	183
ANEXO V. Entrevista inicial	185
ANEXO VI. Versión en español del Center for Epidemiological Studies-Depression Scale .	187
ANEXO VII. Currículum Investigador	188

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modificaciones en el sistema respiratorio durante la gestación.....	36
Tabla 2. Distribución del incremento del peso corporal materno durante el embarazo.....	41
Table 3. Information collected at baseline	72
Table 4. Information collected during pregnancy.....	76
Table 5. Information collected about delivery.....	77
Table 6. Information collected about postpartum.....	79
Tabla 7. Información recopilada al inicio del estudio.....	101
Tabla 8. Información recopilada durante el embarazo.....	105
Tabla 9. Información recopilada durante el parto	106
Tabla 10. Información recopilada durante el postparto	108
Tabla 11. Características maternas generales al inicio del estudio	122
Tabla 12. Características maternas relativas a la depresión al inicio del estudio	124
Tabla 13. Características maternas relativas al nivel de ejercicio físico	125
Tabla 14. Características paternas referentes al Índice de Masa Corporal.....	126
Tabla 15. Incidencia de la depresión en el periodo perinatal según el cuestionario CES-D.....	129

Tabla 16. Media y Desviación Estándar de las variables fisiológicas	134
---	-----

Tabla 17. Porcentajes de las variables fisiológicas	135
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Peso de nacimiento en función de la edad gestacional.....	48
Figura 2. Percentiles del peso de la placenta por edad gestacional	51
Figura 3. Percentiles del índice PN/PP por edad gestacional	54
Figure 4. Structure of the session per quarter	68
Figure 5. Time points of depression risk level measurement with CES-D questionnaire	81
Figura 6. Porcentajes de los contenidos de las sesiones.....	97
Figura 7. Momentos de medida del riesgo de depresión a través del CES-D	110
Figura 8. Diagrama de flujo	121
Figura 9. Riesgo de depresión en el análisis por protocolo	128
Figura 10. Puntuación del cuestionario CES-D	131

ABREVIATURAS

°C: grado/s centígrado/s

ACOG: The American College of Obstetricians and Gynecologists

CES-D: Center for Epidemiological Studies-Depression Scale

cm: centímetro/s

ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado

FC/HR: Frecuencia cardiaca / Heart rate

g: gramo/s

GC/CG: Grupo Control / Control Group

GI/IG: Grupo Intervención / Intervention Group

IC: Intervalo de Confianza

IOM: Institute of Medicine

kg: kilogramo/s

l: litro/s

lat./min.: latidos por minuto

ml: mililitro/s

mmHg: milímetro/s de mercurio

PCO₂: presión parcial de dióxido de carbono (CO₂) en la sangre arterial.

GLOSARIO

Capacidad residual funcional: cantidad de aire que queda en los pulmones tras una espiración normal.

Frecuencia cardíaca/Heart Rate: número de contracciones del corazón o pulsaciones por unidad de tiempo. / Speed of the heartbeat measured by the number of contractions of the heart per minute.

Frecuencia cardíaca de reserva/Reserve heart rate: diferencia entre la frecuencia cardíaca máxima estimada y la frecuencia cardíaca basal o en reposo. / Difference between resting heart rate and maximum heart rate.

Gasto cardíaco: volumen de sangre expulsado por un ventrículo en un minuto.

Hematocrito: volumen de glóbulos con relación al total de la sangre.

Hipertrigliceridemia: presencia de una concentración de triglicéridos en la sangre por encima de los valores normales.

Hiperglucemia: cantidad excesiva de glucosa en sangre.

Hiperinsulinemia: cantidad de insulina en la sangre en niveles superiores a los normales.

Hipoglucemia: nivel de glucosa en sangre por debajo de los valores normales.

Maniobra de Valsalva/Valsalva maneuver: bloqueo de la glotis en la espiración con incremento de la presión intratorácica. / Moderately forceful attempted exhalation against a closed airway (glottis, mouth, nose) that produces the increase in intrathoracic pressure.

Preeclampsia/Pre-eclampsia: hipertensión arterial inducida por el embarazo acompañada de proteinuria (presencia en la orina de proteínas en una cantidad superior a la normal). / Pregnancy-induced hypertension accompanied by proteinuria.

Primigesta: mujer que nunca ha dado a luz.

Test de Apgar/Apgar test: test realizado al minuto y a los 5 minutos de vida para determinar el estado general del recién nacido. / Test performed at 1 and 5 minutes after birth to determine the health condition of the newborn.

Volumen residual: volumen de aire que queda en los pulmones y las vías respiratorias tras la espiración forzada.

Volumen tidal: también conocido como volumen corriente, es el volumen de aire que circula entre una inspiración y espiración normal sin realizar un esfuerzo adicional

RESUMEN

Introducción: Durante el embarazo el organismo de la mujer experimenta numerosos e importantes cambios que afectan tanto al ámbito fisiológico como al psicológico.

Objetivo: Examinar el efecto de un programa de ejercicio físico desarrollado durante el embarazo en el riesgo de depresión perinatal y en el peso feto-placentario.

Métodos: Embarazadas con una edad gestacional < 16 fueron asignadas aleatoriamente a 2 grupos. Las mujeres del Grupo Intervención (GI) participaron en un programa de ejercicio físico durante todo el embarazo que consistió en 3 sesiones semanales de 60 minutos, desarrollado entre octubre de 2014 y diciembre de 2016. El cuestionario *Center for Epidemiological Studies-Depression Scale* fue utilizado para medir el riesgo de depresión en la semana gestacional 12-16, a las 38 semanas de embarazo, y a las 6 semanas postparto. En el momento del parto, el peso de nacimiento y el peso de la placenta fueron medidos, e interrelacionados mediante el índice de peso feto-placentario.

Resultados: Ciento veinticuatro mujeres fueron asignadas a los Grupos Intervención (GI = 70) y Control (GC = 54). No se encontraron diferencias en las características maternas ($p > 0,05$) ni en el porcentaje de mujeres con riesgo de depresión al inicio del estudio (20,0 % vs. 18,5 %; $\chi^2 = 0,043$; $p = 0,836$). Se identificó un porcentaje menor de mujeres con riesgo de depresión en el GI en comparación con el GC a las 38 semanas de gestación (18,6 % vs. 35,6 %; $\chi^2 = 4,190$; $p = 0,041$) y a las 6 semanas postparto (14,5 % vs. 29,8 %; $\chi^2 = 3,985$; $p = 0,046$) en el análisis por protocolo. No se encontraron diferencias significativas usando los análisis por intención a tratar, excepto en el análisis de imputación múltiple en la semana 38 (18,6 % vs. 34,4 %; $\chi^2 = 4,085$; $p =$

0,049). No se encontraron diferencias significativas entre grupos en el peso de nacimiento, peso placentario o índice feto-placentario ($p > 0,05$).

Conclusiones: Un programa de ejercicio físico realizado durante el embarazo puede reducir el riesgo de depresión prenatal y de depresión postparto. La práctica regular de ejercicio físico durante el embarazo no produce cambios en el peso del recién nacido, peso placentario ni índice feto-placentario.

ABSTRACT

Introduction: The woman's body experiences numerous and important changes during pregnancy that affect both the physiological and the psychological.

Objective: To examine the effect of an exercise program during pregnancy on the risk of perinatal depression and feto-placental weight.

Methods: Healthy pregnant women who were < 16 weeks pregnant were randomly assigned to two different groups. Women in the Intervention Group (IG) participated in a 60-minute exercise program throughout pregnancy, 3 days per week, which was conducted from October 2014 to December 2016. The Center for Epidemiological Studies Depression Scale was used to measure the risk of depression at the beginning of the study (12-16 weeks), at gestational week 38 and at 6 weeks postpartum. Birth weight and placental weight were measured at delivery, and were interrelated by the feto-placental weight index.

Results: One hundred twenty four pregnant women were allocated to either the Intervention (IG = 70) or the Control (CG = 54) Groups. No differences were found in maternal characteristics ($p > 0.05$) and in the percentage of women at risk of depression at baseline (20.0 % vs. 18.5 %) ($\chi^2 = 0.043$; $p = 0.836$). A smaller percentage of women at risk of depression were identified in the IG compared to the CG at 38 gestational weeks (18.6 % vs. 35.6 %) ($\chi^2 = 4.190$; $p = 0.041$) and at 6 weeks postpartum (14.5 % vs. 29.8 %) ($\chi^2 = 3.985$; $p = 0.046$) using the per-protocol analysis. No significant differences were found using the intention to treat analyses, except in the multiple imputation analysis at week 38 (18.6 % vs. 34.4 %) ($\chi^2 = 4.085$; $p = 0.049$). No significant differences were found between groups in birth weight, placental weight or fetus-placental index ($p > 0.05$).

Conclusion: An exercise program performed during pregnancy may reduce the risk of prenatal depression and postpartum depression. The regular practice of physical exercise during pregnancy does not produce changes in the weight of the newborn, placental weight or feto-placental index.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El proceso de embarazo: un periodo con complejas adaptaciones maternas

El embarazo supone un largo proceso en el que se producen una inmensa cantidad de adaptaciones maternas para el correcto desarrollo y crecimiento fetal, extendiéndose alrededor de 40 semanas. Durante todo este tiempo, el organismo de la mujer experimentará numerosos e importantes cambios físicos, anatómicos, fisiológicos y metabólicos, pero también pueden llegar a experimentar importantes cambios psicológicos fruto de la alteración hormonal y de las grandes adaptaciones que está viviendo. El conjunto de estas modificaciones busca preparar el cuerpo materno ante las demandas fetales y neonatales, procurando por lo tanto el bienestar fetal durante el propio embarazo pero también en cada uno de los procesos inmediatamente posteriores (1).

- Embarazo: durante este periodo se lleva a cabo la creación de un espacio en el que el feto se desarrolle adecuadamente y en el que se creen las situaciones favorables que cubran todas sus demandas. Además, el cuerpo materno se prepara para las demandas metabólicas adicionales que van a tener lugar en las fases avanzadas de la gestación. Por otro lado, los órganos del sistema cardiovascular, respiratorio, renal y gastrointestinal son desplazados y comprimidos progresivamente por el útero, especialmente durante la parte final del embarazo a causa del incremento progresivo del espacio ocupado por el feto (1).
- Parto: durante este proceso, el cual supone la culminación del embarazo, la capa muscular intermedia de la pared del cuerpo uterino, denominada miometrio y formada por músculo liso, comienza a producir una activación coordinada de contracciones, conducidas principalmente por hormonas que inducen el parto. A su vez, el cérvix o

cuello uterino se dilata, y bajo la presión fetal y las contracciones uterinas su dilatación sigue aumentando, con el fin de lograr la expulsión del feto junto con las membranas fetales y la placenta (2).

- Puerperio: durante este periodo, que embarca los 40 días posteriores al parto, se produce la normalización de la mayoría de los sistemas maternos que se modificaron durante el embarazo para albergar al feto. Sin embargo, tiene lugar la preparación de las glándulas mamarias para la nutrición del recién nacido y la contracción del útero para cerrar la herida creada por el desprendimiento de la placenta y evitar así la hemorragia (2).

1.2 Modificaciones fisiológicas sufridas durante el embarazo

A pesar de que las adaptaciones maternas que tienen lugar durante el embarazo tienen una estrecha interrelación, en la siguiente clasificación aparecerán ordenadas y explicadas por sistemas o aparatos. No obstante, cabe resaltar que esta clasificación se centra en las modificaciones que tienen una mayor implicación en el desarrollo fetal y en la práctica de ejercicio físico materno, por lo que no describirán modificaciones tales como las dermatológicas o las del aparato digestivo.

1.2.1 Adaptaciones del sistema cardiovascular

- Corazón: durante el embarazo se produce un aumento del tamaño del corazón debido a la dilatación y a la hipertrofia. Además, se ve desplazado hacia delante y hacia la izquierda debido al progresivo aumento del tamaño del útero. Desde el inicio del primer trimestre hasta la semana 36 el gasto cardíaco aumenta gradualmente de un 30 a un 40 %, como consecuencia, por un lado, del incremento del 10% del volumen sistólico o de eyección, (3, 4) y por otro, de la frecuencia cardíaca, la cual aumenta de unos 70 a 80-90 lat./min.

Sin embargo, a pesar del aumento del gasto cardiaco, la presión arterial media no varía significativamente en un embarazo normal, tendiendo incluso a disminuir en los dos primeros trimestres (3) debido a que a pesar de producirse un aumento en el volumen sanguíneo materno, el efecto vasodilatador de los estrógenos hace disminuir la resistencia vascular periférica, y por otro lado la circulación placentaria aumenta.

- Flujo sanguíneo: el flujo sanguíneo se ve modificado, pasando en el útero de un 1% a un 15% durante la gestación, y viéndose también aumentado en el corazón, la piel y la glándula mamaria. Por lo tanto, el aumento del gasto cardiaco durante la gestación atiende en gran medida a las demandas de nutrientes por parte del útero y la placenta, así como a facilitar la eliminación de los productos de desecho que produce el feto. Además se da un aumento de la presión venosa en las extremidades inferiores debida a la compresión del útero sobre la vena cava inferior, hecho que se ve aumentado en la posición decúbito supino y que se atenúa si la mujer adopta una posición decúbito lateral izquierdo (5).
- Volumen y composición de la sangre materna: el volumen sanguíneo total se incrementa durante la gestación desde el primer trimestre, pero de forma especialmente remarcada en el segundo trimestre. Está principalmente marcada por un aumento del volumen del plasma de entre el 40-50 %, mientras que el volumen de las células solo incrementa entre el 20-30 %, lo cual da lugar a una disminución del hematocrito y de la concentración de hemoglobina. Esta hemodilución, que facilitará el flujo útero-placentario (4), sumada a los requerimientos feto-placentarios de hierro, supondrán una muy probable necesidad de ingesta adicional de hierro durante todo el embarazo(5).

- Vasos periféricos: se produce una vasodilatación periférica, la cual, junto con el descenso del umbral de sudoración, previene la elevación excesiva de la temperatura (6). Este mecanismo es vital para la termorregulación materna y fetal, y de especial importancia durante la realización de ejercicio físico, pues se debe evitar la temperatura materno-fetal por encima de los 39 °C. Además, la vasodilatación de los vasos periféricos permite albergar el volumen sanguíneo adicional (5).

1.2.2 Adaptaciones del sistema respiratorio

- Cavidad torácica: debido a la expansión volumétrica del útero y al efecto relajante de la progesterona sobre el diafragma, este músculo se ve elevado unos 4 cm. En compensación, el diámetro transversal de la caja torácica aumenta 2 cm y su circunferencia de 5 a 7 cm (4).
- Volumen residual y capacidad residual funcional: como consecuencia de la elevación del diafragma, se ven disminuidas (7). Sin embargo, la capacidad vital y la frecuencia se mantiene por un ligero aumento de la capacidad inspiratoria, debido a su vez por un mayor volumen tidal (8).
- Ventilación pulmonar: se ve aumentada debido a los factores mecánicos y anatómicos, pero también debido a factores hormonales. Las resistencias pulmonares totales disminuyen para facilitar la ventilación. El consumo de oxígeno se ve aumentado entre un 10-20 %. La ventilación pulmonar se incrementa hasta un 50% con el fin de disminuir la PCO₂ arterial materna, que, a pesar del aumento de la producción de CO₂ procedente del metabolismo fetal, pasa de 40 a 32 mmHg. En este último proceso, entra en juego el riñón (1).

- Ventilación alveolar: se ve aumentada desde las 6 semanas en gran medida por el efecto de la progesterona y, en menor medida, de los estrógenos, que aumentan la sensibilidad al CO_2 (1).
- El principal propósito de las adaptaciones maternas producidas en el sistema respiratorio (Tabla 1) es reducir las PCO_2 arterial y generar una ligera alcalosis que asegure el intercambio gaseoso placentario y la prevención de la acidosis fetal (5).

Tabla 1. Modificaciones en el sistema respiratorio durante la gestación

Componente	Modificaciones
Capacidad residual funcional	Disminución del 20 %
Volumen de reserva espiratoria	Disminución del 20 %
Volumen residual	Disminución del 20 %
Capacidad pulmonar total	Disminución del 5 %
Volumen corriente	Incremento del 30-40 %
Capacidad inspiratoria	Incremento del 5-10 %
Frecuencia respiratoria	Sin variaciones
Capacidad vital	Sin variaciones

1.2.3 Adaptaciones del sistema endocrino

La regulación hormonal que se produce durante la gestación es de gran importancia para el feto, para el parto y para el desarrollo y la función de la glándula mamaria.

- Hipófisis: aumenta entre dos y tres veces su tamaño, incrementando la producción de prolactina. Además, inhibe la secreción de hormona del crecimiento y durante el parto libera oxitocina para estimular las contracciones uterinas (1).
- Glándula tiroides: su tamaño aumenta, así como la producción de hormona tiroidea, incrementando el metabolismo basal (1).
- Cuerpo lúteo: esta glándula, que se desarrolla de forma temporal y cíclica dentro del ovario, se encarga de la segregación de progesterona y, en caso de fecundación e implantación del óvulo en el útero, de segregar hormona gonadotropina coriónica (8), hormona que solo aparece durante el embarazo. Debido a que la progesterona bloquea el desarrollo de los folículos, la mujer deja de menstruar durante el embarazo.
- Placenta: este nuevo órgano que aparece en el útero durante el embarazo, además de encargarse de proporcionar oxígeno y nutrientes al feto, y de la eliminación de residuos, es un importante liberador de hormonas. Mientras que el cuerpo lúteo es activo durante las primeras semanas del embarazo, la placenta interviene más adelante (5).
- Glándula adrenal: esta glándula, situada en el riñón, se encarga de aumentar la concentración de cortisol plasmático durante el embarazo. La concentración de adrenalina y noradrenalina se incrementa durante el parto, pero no se ve significativamente modificada durante el embarazo (1).

1.2.4 Adaptaciones del sistema reproductor

- Útero: durante la gestación, este órgano muscular y hueco se encarga de alojar al feto, la placenta y el líquido amniótico. Gracias a su gran elasticidad, este órgano, que en ausencia de embarazo mide aproximadamente 7,5 cm de longitud y 5 cm de anchura, pesa 50-70 g y tiene una capacidad de 10 ml, aumenta su tamaño hasta llegar a medir 32 cm de longitud, pesar 1.000 g, y tener una cavidad con capacidad para 5.000 l (4, 8). Además de su importancia en el proceso de embarazo, periodo durante el cual el útero se mantiene relajado y el cérvix cerrado para retener al feto, es vital el cambio de función que tiene en el parto, momento en el que el cuerpo del útero se contrae para la expulsión del feto a la vez que se produce el borrado y dilatación del cuello del útero (8).
- Ovarios: durante la gestación cesan la maduración folicular y la ovulación, por lo que se produce una ausencia de la menstruación, ausencia que se prolongará durante más o menos tiempo en el postparto dependiendo de la lactancia materna (2).
- Vagina: aumenta su vascularización, ocasionando un reblandecimiento del tejido conectivo, lo que producirá un aumento de la elasticidad que facilitará el trabajo del parto. Por otro lado, la acción de las hormonas esteroideas aumentan la secreción vaginal y cervical, especialmente al final del embarazo, disminuyendo el pH a niveles de acidez que oscilan entre 3,5 y 6, lo cual constituye una barrera de protección frente a infecciones (1).
- Glándulas mamarias: con el objetivo de la preparación para la lactancia, las mamas aumentan de tamaño durante el embarazo debido a causas hormonales y a un incremento de la circulación sanguínea (2).

1.2.5 Modificaciones en el metabolismo

Durante el embarazo, los procesos metabólicos se ven alterados para adaptarse a las necesidades del feto.

- Metabolismo de los hidratos de carbono: en mujeres no diabéticas, la gestante en ayunas tiene tendencia a la hipoglucemia y a la hipoinsulinemia, lo que se explica por el suministro de glucosa al feto. Sin embargo, tras la ingesta de alimentos, la respuesta materna lleva a una hiperglucemia, hiperinsulinemia e hipertrigliceridemia. Además, ciertas hormonas como el lactógeno placentario o la hormona del crecimiento producen resistencia a la insulina, asegurando altos niveles de glucosa disponible y favoreciendo por lo tanto el suministro de glucosa al feto (8).
- Metabolismo de las grasas: la concentración lipídica en sangre se ve aumentada desde los 6 g/l hasta los 9 g/l, lo cual favorecerá la utilización materna de lípidos, dejando más glucosa disponible para el feto (5).

1.2.6 Modificaciones en la composición corporal y ganancia de peso

Como consecuencia de los cambios hormonales y metabólicos producidos durante el embarazo y de la aparición de nuevas estructuras, así como del feto en desarrollo, la composición corporal y el peso de la mujer se ven modificados. Por un lado, se crean nuevos depósitos de grasa bajo la piel, especialmente en las zonas del pecho y las nalgas. Además, los carbohidratos se acumulan en el hígado, los músculos y la placenta, y los cambios hormonales favorecen la retención de líquidos. Por ello, el peso de la mujer se ve aumentado progresivamente durante todo el proceso de embarazo, y aunque ello varía entre gestantes, la ganancia adecuada se sitúa de forma habitual

entre los 10 y los 13 kg (5). No obstante, las recomendaciones de ganancia de peso dependerán del IMC (9), y serán descritas en la sección de métodos.

La ganancia total de peso materno a lo largo del embarazo será por lo tanto el resultado de diferentes componentes (Tabla 2). Entre todos ellos, el líquido intersticial y los depósitos de tejido adiposo adicional son los factores que pueden tener mayores variaciones entre gestantes (5).

Tabla 2. Distribución del incremento del peso corporal materno durante el embarazo

Componentes	Peso corporal (g)			
	Semana 10	Semana 20	Semana 30	Semana 40
Feto	5	300	1.500	3.400
Placenta	20	170	430	650
Volumen adicional en sangre	100	500	1.100	1.300
Líquido amniótico	30	350	750	800
Útero	140	320	600	970
Mamas	45	180	360	405
Líquido intersticial	0	30	80	1.680
Depósitos de tejido adiposo adicional	310	2.050	3.480	3.345
Total	650	4.000	8.500	12.500

1.3 Modificaciones anatómicas sufridas durante el embarazo

Como ya se ha mencionado, ciertos sistemas y órganos se ven ligeramente desplazados debido al progresivo aumento del volumen del útero, con sus correspondientes consecuencias, anteriormente descritas. Debido a la ubicación del útero, son las estructuras situadas a nivel abdominal y torácico las que se ven afectadas en mayor medida.

Por esta misma causa y por razones hormonales, las estructuras del aparato locomotor también se ven modificadas en múltiples aspectos.

1.3.1 Adaptaciones del aparato locomotor

- Posición corporal: debido al aumento de volumen y peso en la cavidad abdominal, se produce una compensación del centro de gravedad mediante una aparente hiperlordosis, que a su vez se ve compensada por un desplazamiento hacia atrás de todo el eje cráneo-caudal (8).
- Musculatura abdominal: los músculos rectos del abdomen pueden separarse de la línea alba en mayor o menor medida. Si esta diástasis es muy pronunciada, puede darse la situación de que el útero quede únicamente recubierto por una delgada capa de peritoneo, fascia y piel (1).
- Articulaciones sacroilíacas: debido a la acción hormonal, en especial de la relaxina, se produce un aumento de la movilidad de la articulación (1).

1.4 Modificaciones psicológicas sufridas durante el embarazo

El embarazo es uno de los períodos vitales con mayores implicaciones emocionales. A pesar de ello, cada embarazada vivirá una experiencia individual, que puede venir influenciada tanto por

los cambios físicos, fisiológicos y anatómicos que se producen durante este proceso, como por factores internos o externos.

- Cambios físicos, fisiológicos y anatómicos: más allá de la influencia de los cambios hormonales producidos durante el embarazo, la aceptación o rechazo de la imagen corporal, de los cambios que se van produciendo durante este proceso y de los que se van a producir a posteriori, es fundamental en la implicación psicológica (10).
- Aspectos internos: experiencias vividas con anterioridad (11-14), conocimientos en torno a la gestación, el grado de ansiedad (dolor en el parto, malformaciones fetales, estrés por la futura nueva situación familiar...) o la personalidad de la propia mujer (15) son factores que determinarán en gran medida el estado emocional de la embarazada.
- Aspectos externos: la relación con la pareja, factores afectivos, las relaciones personales, el entorno social (12, 16, 17) y la situación económica (12, 16, 18) son factores que tendrán una importante influencia sobre la adaptación de la mujer al periodo que está viviendo.

Por lo tanto, todos estos factores serán trascendentes para la situación psicológica de la embarazada, aunque su grado de implicación será más o menos fuerte en cada mujer.

1.5 Efecto del ejercicio durante el embarazo desde una perspectiva psicológica: la depresión perinatal

La depresión perinatal es entendida como aquella alteración emocional que puede ser experimentada por algunas mujeres en cualquier momento durante el embarazo o dentro de los 12 meses posteriores al parto (19). Los síntomas depresivos son comunes en el embarazo y pueden aumentar el riesgo de depresión posparto y otros resultados deficientes de salud tanto en

la madre como en el bebé (20-22). La prevalencia de depresión prenatal varía del 5% al 20% (19), y después de dar a luz la prevalencia sigue siendo alta, puesto que la depresión posparto afecta aproximadamente entre el 10% y el 19% de las mujeres después del parto (18, 23).

Los síntomas de la depresión perinatal a menudo comienzan durante el embarazo (19, 24), y estos síntomas prenatales, que pueden desembocar en depresión prenatal, son a su vez considerados un factor de riesgo para la depresión posnatal (14, 25). Los factores de riesgo también incluyen depresión previa en cualquier otro momento (11, 12, 16), depresión en un embarazo anterior o depresión posparto previa (13, 14), inestabilidad emocional (15), falta de apoyo social (12, 16, 17), acontecimientos vitales estresantes, ansiedad materna y bajo nivel socioeconómico (12, 16, 18).

Sin embargo, los trastornos depresivos sufridos durante el embarazo no son diagnosticados con frecuencia, e incluso existiendo el diagnóstico de un trastorno psicológico, en muchas ocasiones no son tratados o se tratan de forma insuficiente (22, 26). No obstante, cuando este trastorno depresivo es diagnosticado y tratado, el tratamiento farmacológico es una de las opciones más utilizadas. Sin embargo, equilibrar los riesgos y beneficios de los medicamentos antidepresivos con el riesgo de depresión no tratada es difícil durante el embarazo y la lactancia (27). Además, la mayoría de las madres lactantes son reacias a tomar medicamentos antidepresivos debido a las preocupaciones sobre posibles daños a su bebé (28, 29). Por esta razón, se han diseñado diferentes tipos de intervenciones para examinar su efecto en la prevención de la depresión perinatal y para encontrar alternativas al tratamiento farmacológico antidepresivo (30).

Los datos epidemiológicos respaldan una asociación entre el ejercicio físico y una disminución del riesgo de síntomas depresivos (31, 32), y algunos estudios han demostrado que el ejercicio realizado durante el embarazo se asocia con una menor sintomatología depresiva prenatal (14,

33-40). Incluso después del embarazo, el ejercicio se ha propuesto como una intervención no farmacológica con el potencial de aliviar la depresión posparto (41-44). Sin embargo, poco ha sido estudiado sobre el efecto del ejercicio físico desarrollado durante el embarazo en la depresión posparto (45-48). Por ello, asumiendo la necesidad del tratamiento de la depresión una vez que ha sido diagnosticada, no se debe olvidar la gran importancia que el papel de la prevención juega para evitar la aparición de este tipo de trastornos depresivos, especialmente en poblaciones de alto riesgo como las mujeres embarazadas (49).

Además, tanto a nivel general, al igual que como método de prevención o de tratamiento, las ventajas del ejercicio son muchas, además de los beneficios generales para la salud. El ejercicio físico tiene un costo bajo, se encuentra disponible y accesible (50), y hay suficientes evidencias científicas que sugieren efectos positivos en la salud de las mujeres embarazadas (51-54). La práctica de ejercicio durante el embarazo ha demostrado múltiples beneficios para la madre y el bebé (55-58), pero se han realizado pocos Ensayos Clínicos Aleatorizados (ECA) para determinar el impacto en la depresión posparto (46, 48). Por lo tanto, existe cierto desconocimiento en cuanto a la realización de ejercicio físico durante el embarazo como factor de prevención de la depresión perinatal, y especialmente sobre la depresión postparto, que debe ser investigada.

1.6 Efecto del ejercicio durante el embarazo desde una perspectiva fisiológica: el peso feto-placentario

1.6.1 Peso de nacimiento

El peso de nacimiento es un indicador importante del ambiente intrauterino y de la salud materna y neonatal. Aunque la evaluación del peso debe considerarse con otros factores como el estado general de salud del niño y las características de los padres, se ha demostrado que un peso de nacimiento adecuado reduce los factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas en la vida adulta y puede tener implicaciones para la salud de por vida (59).

Los factores que pueden afectar al peso de nacimiento son múltiples, teniendo un importante impacto el Índice de Masa Corporal (IMC) pregestacional de la madre (60), el aumento de peso gestacional (61), la Diabetes Mellitus Gestacional (DMG) (62), la diabetes crónica, el ejercicio antes y durante el embarazo (63), la nutrición, la edad materna (64) y edad gestacional al nacer. Por lo tanto, existen algunos factores modificables que pueden promover un peso apropiado de nacimiento, incluido el ejercicio materno durante el embarazo. Además, ciertas características antropométricas paternas como el IMC o la altura pueden afectar al crecimiento fetal, así como al tamaño y peso neonatal (65-68).

En términos generales, el peso óptimo de nacimiento se define como el peso entre 2.500 y 4.000 gramos (g). Sin embargo, cuando el peso se ajusta por la edad gestacional en el momento del parto, se habla de peso Adecuado para la Edad Gestacional (AEG), y es definido como el peso entre el percentil 10 y el percentil 90 para la edad gestacional. El peso al nacer fuera de este rango puede ser un importante indicador de un inadecuado crecimiento fetal en el útero y un

factor de riesgo de enfermedades crónicas en la adultez (69-72). La clasificación del peso inadecuado de nacimiento se clasifica de la siguiente manera (Figura 1):

- Bajo peso de nacimiento: la Organización Mundial de la Salud lo define como el peso inferior a 2.500 g, independientemente de la edad gestacional. Puede subdividirse en muy bajo peso de nacimiento (menor de 1.500 g) y extremadamente bajo peso de nacimiento (menor de 1000 g). Generalmente, estas dos últimas situaciones son indicadores de deficiencias nutricionales o nacimiento prematuro.
- Pequeño para la Edad Gestacional (PEG): este término se basa en una correlación entre el peso del recién nacido y la edad gestacional. Éste se define como un peso de nacimiento por debajo del percentil 10 en base a la edad gestacional para una población específica.
- Grande para la Edad Gestacional (GEG): se define como peso al nacer por encima del percentil 90 para la edad gestacional, aunque en ocasiones también se refiere al peso de nacimiento mayor de 4.000 g independientemente de la edad gestacional.
- Macrosomía: este término se usa generalmente cuando el peso de nacimiento es superior a 4.000 g. No obstante, se ha descrito que es cuando el bebé nace con un peso igual o mayor de 4.500 g cuando las complicaciones aumentan significativamente. Sin embargo, se recomienda utilizar el Índice Ponderal ($IP = \text{Peso} / \text{Longitud}^3 \times 100$), ya que permite diferenciar a los bebés con mayor riesgo de complicaciones perinatales de acuerdo con el percentil (P): macrosomía simétrica o armónica ($IP < P90$), o macrosomía disarmónica o asimétrica ($IP > P90$). El término macrosomía está relacionado con GEG y, a menudo, ambos se consideran intercambiables.
- Restricción de crecimiento intrauterino (RCIU): se define como una tasa de crecimiento fetal intrauterino menor de lo normal. Por lo tanto, implica que el feto no logra un

desarrollo óptimo. La restricción de crecimiento intrauterino es uno de los factores de riesgo para que un bebé nazca potencialmente PEG, pero, sin embargo, no todos los recién nacidos que son PEG tienen un crecimiento restringido.

Figura 1. Peso de nacimiento en función de la edad gestacional

El ejercicio durante el embarazo tiene implicaciones positivas en la salud y el bienestar de la madre y del feto. Múltiples estudios han demostrado que las mujeres que realizan ejercicio regularmente durante el embarazo tienen más probabilidades de tener un bebé con un peso apropiado de nacimiento, lo cual reduce los factores de riesgo de desarrollo de enfermedades crónicas en la vida adulta, incluyendo enfermedades cardiovasculares (73), la obesidad (74) y la diabetes (75).

El ejercicio durante el embarazo puede reducir el riesgo de una excesiva ganancia de peso materno durante el embarazo, y esto a su vez puede promover un peso apropiado de nacimiento (76). Otro mecanismo que se ha asociado con un mayor peso de nacimiento es el aumento de la glucosa transportada al feto, lo cual generalmente se encuentra asociado con la DMG (77). El ejercicio prenatal ha resultado efectivo para mejorar la sensibilidad materna a la insulina, reducir los niveles circulantes de glucosa y prevenir o mejorar la DMG (78, 79), por lo que parece ser un componente importante en la regulación de la transferencia de glucosa al feto. Además, dado que la obesidad y el sobrepeso son factores de riesgo asociados con la excesiva ganancia de peso durante el embarazo y la DMG, el ejercicio físico durante el embarazo puede ser un factor de gran importancia en entre la población gestante con un alto IMC.

1.6.2 Peso placentario

Durante el embarazo, la disponibilidad de nutrientes maternos determina en gran medida el crecimiento fetal (80). Sin embargo, además de la presencia de nutrientes en el flujo sanguíneo materno, el correcto funcionamiento del intercambio materno-placentario es fundamental para que éstos lleguen a su destino. Por lo tanto, la placenta juega un papel fundamental en todo este

proceso, pues es el órgano encargado de transferir los nutrientes en suficiente y adecuada cantidad al feto (80).

El crecimiento placentario tiene una relación directa con su capacidad funcional (81), y ésta es de vital importancia ya que la placenta es la única vía por la que se realiza el intercambio materno-fetal, no solo de nutrientes, sino también gaseoso, proporcionando oxígeno al feto, y siendo además el medio por el cual se produce la expulsión de desechos. Por lo tanto, la placenta se encarga de satisfacer las necesidades vitales fetales de respiración, nutrición y excreción. Sin embargo, además de la función de transporte, entre las funciones placentarias aparecen la metabólica y la endocrina (82), siendo el conjunto de todas ellas necesario para el correcto desarrollo y bienestar fetal.

En las últimas décadas una cantidad creciente de estudios informan acerca de la importancia clínica del peso de la placenta y de su capacidad de predicción a largo plazo sobre la salud y la enfermedad en la vida adulta (83-86). El peso placentario es una medida comúnmente utilizada para resumir el crecimiento y la función placentaria (81), y se encuentra directamente relacionado, influencias genéticas aparte, con uno de los resultados del embarazo más importantes: el peso del recién nacido (81, 87-89).

Múltiples estudios han encontrado que el peso de la placenta está relacionado con los resultados del embarazo (90-92). El alto peso de la placenta se asocia con resultados perinatales deficientes, como son una baja puntuación de Apgar (93), dificultad respiratoria y muerte perinatal, mientras que un bajo peso placentario se ha asociado con complicaciones maternas. Además, se han encontrado resultados que soportan la hipótesis de que el peso placentario anormal se correlaciona con enfermedades crónicas del adulto, como hipertensión arterial y diabetes (87).

En general, es poco probable encontrar placentas superiores a 750 g de peso y de menos de 300 g (94). Sin embargo, para determinar la adecuación del peso placentario, al igual que se hace con el peso de nacimiento, se clasifica como alto o bajo en función de si se encuentra por encima del percentil 90, o por debajo del percentil 10, respectivamente, para la edad gestacional; y como adecuado si el valor se encuentra entre ambos percentiles (95) (Figura 2).

Sexo	EG (Sem)	PP (g)						
		3	10	25	50	75	90	97
Mujeres	32	280,4	312,2	346,9	388,4	433,1	476,2	521,5
	33	275	309,4	347,3	393	442,8	491,3	542,8
	34	273,9	311,1	352,4	402,9	458,5	513,2	571,7
	35	278	318,2	363,2	418,7	480,2	541,3	607
	36	283,8	325,1	371,8	430	495,5	561,3	633
	37	292	332,8	379,6	438,9	506,9	576,6	654,1
	38	302	343,5	391,6	453,5	525,6	600,8	686,1
	39	307,6	351,8	403,4	470,1	548,4	630,5	724,2
	40	302,9	351,8	408,6	481,5	566,2	654	752,8
	41	285,5	340,8	403,9	483,1	572,5	662,3	760,1
Varones	32	237,1	276,1	319,6	372,7	431,2	488,7	550
	33	248,2	289,8	336,3	393,5	456,6	518,7	585,3
	34	258	301,6	350,8	411,6	479,5	546,8	619,5
	35	264,3	308,8	359,5	423,2	495,1	567,6	646,8
	36	266,4	311	362,4	427,8	502,9	579,7	665,1
	37	269,4	313,8	365,5	432	509,4	589,7	680,2
	38	275,6	320,1	372,2	439,5	518,5	601,1	694,9
	39	290,5	336,8	391	460,9	542,8	628,4	725,5
	40	305,1	353,9	410,6	483,4	567,8	655,2	753,5

Figura 2. Percentiles del peso de la placenta por edad gestacional

Además de los factores maternos que influyen en el crecimiento fetal, el peso de nacimiento y la composición corporal del neonato son determinantes importantes del peso placentario (92). Ciertos estudios han demostrado que el ejercicio físico puede influir en el peso de nacimiento

(63, 96-98), y sobre el peso de la placenta (99-101). Sin embargo, los resultados difieren de unos estudios a otros, ya que algunos concluyen que el ejercicio regular realizado durante el embarazo estimula el peso placentario (102), el crecimiento feto-placentario (103) y el crecimiento del volumen vascular de vellosidades (99), mientras que otros encontraron el efecto contrario, concluyendo que el ejercicio disminuye el peso de la placenta (101) y el crecimiento feto-placentario. A su vez, varios estudios sugieren que el aumento o disminución de algunas de las variables feto-placentarias que conciernen al peso, volumen o crecimiento depende de factores como la frecuencia, el volumen o el tipo de ejercicio desarrollado (100, 103, 104).

Por lo tanto, existe cierto desconocimiento en el área que debe ser estudiado a través de ECA para poder confirmar los hallazgos encontrados hasta la fecha.

1.6.3 El índice de peso feto-placentario

Dada la importancia del peso de nacimiento y del peso placentario, y puesto que entre ambas variables existe una estrecha correlación, parece acertado el uso de un índice en el que ambas se interrelacionen. El peso fetal y placentario han sido relacionados mediante ecuaciones matemáticas desde la década de los 50 (105). La existencia de esta estrecha relación entre el crecimiento fetal y el tamaño placentario determina que el peso de la placenta sea menor o mayor en los recién nacidos pequeños o grandes para la edad gestacional, respectivamente (106). Además, la relación entre ambas variables es capaz de predecir resultados obstétricos, enfermedades maternas, morbilidad y mortalidad perinatal, crecimiento y desarrollo infantil (107), y desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (108-110).

El índice peso de nacimiento/peso placentario (PN/PP), calculado en gramos, se emplea desde hace más de 70 décadas como índice de crecimiento fetal (111), ya que su relación es un

importante indicador de la nutrición fetal (108, 112). Este índice aumenta desde 1:2,9 a las 24 semanas hasta 1:6,7 a las 40 semanas (113) (Figura 3). Por lo tanto, este índice puede medirse tanto durante el embarazo, como tras el parto. La medición en el momento inmediatamente posterior al parto tiene como principal ventaja la posibilidad de una medida exacta al poder medirse el peso placentario y neonatal mediante una báscula, frente a las estimaciones que se realizan durante el embarazo. No obstante, la estimación del índice feto-placentario durante el embarazo es también de gran utilidad, pues facilita el diagnóstico de un escaso o excesivo crecimiento fetal.

Las placentas pequeñas y grandes en relación con el peso de nacimiento se han asociado con la muerte fetal en partos prematuros (114). Concretamente, un índice anormalmente bajo presume la existencia de una placenta anormal con compromiso funcional (dado en mujeres con VIH u obesidad) o compromiso del medio intrauterino (anemia o tabaquismo). Por el contrario, un índice anormalmente elevado puede indicar una disminución de las reservas placentarias, lo que sugiere que las placentas pequeñas limitan el óptimo crecimiento fetal, pudiendo llegar incluso a mostrar una RCIU (115).

Tanto el peso de nacimiento y el peso placentario como el índice de relación entre ambos son importantes indicadores del ambiente intrauterino y de la salud materna y neonatal. Sin embargo, a la hora de llevar a cabo su evaluación o análisis, no hay que olvidar que existen múltiples covariables que hay que tener en cuenta tanto para el diagnóstico clínico como para el análisis de datos. Algunas de las variables que pueden influir de mayor manera en el peso de nacimiento y en el peso placentario son la edad gestacional, el sexo del bebé (116), o las características genéticas y antropométricas maternas y paternas; por ejemplo, una madre y/o padre de pequeño tamaño podría ser la causa de un recién nacido que en un primer momento fue diagnosticado o

clasificado como bebe de bajo peso. Por lo tanto, la evaluación de estas medidas debe considerarse teniendo en cuenta otros factores que pueden actuar como posibles variables de confusión.

Sexo	EG (Sem)	PN/PP						
		3	10	25	50	75	90	97
Mujeres	32	3,249	3,657	4,104	4,641	5,221	5,783	6,374
	33	3,513	3,945	4,42	4,994	5,62	6,229	6,876
	34	3,771	4,222	4,722	5,331	6	6,657	7,36
	35	4,025	4,492	5,013	5,653	6,363	7,066	7,827
	36	4,269	4,748	5,283	5,944	6,683	7,421	8,225
	37	4,45	4,931	5,469	6,133	6,874	7,614	8,42
	38	4,597	5,076	5,613	6,276	7,017	7,758	8,566
	39	4,764	5,244	5,786	6,461	7,223	7,995	8,846
	40	4,922	5,404	5,956	6,658	7,469	8,311	9,265
	41	5,074	5,557	6,121	6,856	7,734	8,68	9,798
Varones	32	4,077	4,331	4,635	5,044	5,56	6,159	6,942
	33	4,104	4,404	4,757	5,225	5,798	6,435	7,222
	34	4,168	4,528	4,945	5,483	6,12	6,798	7,59
	35	4,289	4,728	5,224	5,847	6,555	7,276	8,077
	36	4,386	4,917	5,499	6,202	6,968	7,712	8,5
	37	4,416	5,043	5,704	6,468	7,262	8	8,75
	38	4,44	5,134	5,844	6,641	7,445	8,173	8,897
	39	4,476	5,175	5,888	6,683	7,483	8,206	8,922
	40	4,593	5,252	5,937	6,719	7,52	8,257	8,999
	41	4,776	5,382	6,035	6,807	7,626	8,406	9,214

Figura 3. Percentiles del índice PN/PP por edad gestacional

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 Perspectiva psicológica

2.1.1 Hipótesis

Un programa regular de ejercicio físico de intensidad moderada realizado durante el embarazo podría reducir el riesgo de depresión perinatal.

2.1.2 Objetivo

Evaluar el efecto de un programa regular de ejercicio físico de intensidad moderada realizado durante el embarazo en el riesgo de depresión perinatal, tanto de forma prenatal como en el postparto.

2.2 Perspectiva fisiológica

2.2.1 Hipótesis

Un programa regular de ejercicio físico de intensidad moderada realizado durante el embarazo podría favorecer de forma importante la adecuación del índice feto-placentario.

2.2.2 Objetivo

El objetivo del presente estudio fue examinar el efecto de un programa regular de ejercicio físico de intensidad moderada realizado durante el embarazo en el índice de peso feto-placentario.

3. MATERIAL AND METHODS

3. MATERIAL AND METHODS

3.1 Study design

The present study was a Randomized Clinical Trial (identifier: NCT02420288) conducted from October 2014 to December 2016. The study was carried out by the Technical University of Madrid and the University Hospital of Torrejon (Madrid, Spain). The research protocol was approved by the Research Ethics Committee of the Hospital and followed the ethical guidelines of the Declaration of Helsinki, which was last modified in 2008.

3.2 Recruitment and exclusion criteria

Information about the study was given to women with a singleton pregnancy who were <16 weeks pregnant by the attending obstetrician. Women interested in participating contacted the investigators by email or phone, and an information meeting was arranged.

According to the exclusion criteria, women <18 or >45 years of age and women not under medical follow-up throughout pregnancy at the referral hospital were not included in the study. Women were also excluded if they had any of the following serious medical conditions or obstetric complications (American College of Obstetricians and Gynecologist (ACOG) guidelines, 2015) (51).

- Cardiovascular disorders.
- Respiratory disorders.
- Systemic serious disorders.
- Persistent second or third trimester bleeding.

- Placenta previa.
- Ruptured membranes.
- Risk of premature labor.
- Pregnancy-induced hypertension or pre-eclampsia.
- Incompetent cervix.

They also must be able to communicate in Spanish and plan to give birth in the referred hospital.

All participants provided signed written informed consent prior to participating in the study (Appendix II) and completed a baseline personal data assessment (Appendix V).

3.3 Randomization

A simple randomization was performed through a balanced computer-generated list of random numbers which was created with the program EPIDAT 3.1 to allocate the participants into the groups in order of entry: Intervention Group (IG) and Control Group (CG). For this, a computer-generated-list of random numbers (n=200) was created through the EPIDAT option of balanced groups (similar but not equal size).

3.4 Characteristics of the participants

The participants had an initial meeting at the reference hospital before gestational week 16 during which they were informed about the study and their questions were answered. If they decided to participate, before being randomly allocated, they completed a document that provided information about age, parity, history of previous pregnancies and previous postpartum depression, previous physical exercise, smoking status, education level, occupation and physical

exercise during the first trimester (Appendix V). Weight was recorded at the time of study entry, and pre-gestational weight, height and BMI were provided by the hospital. In cases where there was no pre-pregnancy data available from the hospital records, participants were directly asked for this information. In addition, information about paternal weight and height, if available, was asked and registered in order to calculate paternal BMI.

The Center for Epidemiological Studies-Depression Scale (CES-D) (117) was also completed during this initial meeting, and then again before giving birth (weeks 37-40) and at 6-8 weeks postpartum (Appendix VI).

Between weeks 37 and 40, all women were interviewed and asked about the level of physical exercise performed during pregnancy, excluding the exercise developed in the intervention program (IG), and if they had any pregnancy complications. At 6 weeks postpartum they were interviewed again and any complications after childbirth were recorded. The interview was face to face in the hospital when possible or by phone if the woman could not attend.

Pre-pregnancy and pregnancy physical exercise was recorded as frequency, intensity, time and type (FITT) and was classified in five different levels:

- Totally inactive.
- Sometimes active (exercise from time to time).
- Active (2 times a week).
- Very active (3 to 4 times a week).
- Elite athlete or competition (daily training with the aim of improving performance).

Any type or intensity of physical exercise performed ≥ 30 minutes in one session continuously was classified as one active day. Physical exercise habit prior to pregnancy refers to the previous year.

3.5 Study groups

Participants were randomly allocated into two groups:

3.5.1 Control Group (CG)

All women allocated to the CG received usual care from health professionals at the hospital and the standard recommendations for nutrition and physical exercise. The regular visits to the gynecology and obstetrics specialist were in weeks 9-12, 20, 26, 28, 35, 36 and 41 (in case of chronologically prolonged gestation). Other visits were arranged if necessary.

3.5.2 Intervention Group (IG)

Women who were allocated to the IG received usual care from health professionals of the hospital with the same number of visits as the CG participants, and received the same general recommendations for nutrition and physical exercise. In addition, women assigned to the IG participated in a specific exercise program designed for healthy pregnant women.

3.6 Physical exercise program (IG)

The exercise intervention program consisted of three one-hour sessions per week on alternative days from 12-16 weeks gestation to the end of the third trimester (weeks 38-40). In the event of no preterm delivery, between 66 and 78 sessions were planned for each participant. To facilitate compliance with the program, 2 daily sessions were offered 4 weekdays a week between 5 p.m.

and 8 p.m. The exercise program was designed according to the standards of the ACOG (2015) (51) and followed the structure of previous study programs (37, 38, 56, 63).

3.6.1 Structure of the session

Each session was 60 minutes long and distributed as follows:

Warm up

The women started with a 10 minutes warm-up consisting of 5 minutes of walking at different intensities, and 5 minutes of light static stretching of major muscle groups and joint mobility exercises.

Aerobic conditioning

This section consisted of 25-30 minutes of aerobic exercise at a moderate intensity (55-60% of heart rate reserve) through different choreographies of low impact. To make the classes more varied, in addition to aerobic fitness dance, different materials were incorporated such as light dumbbells, therabands and fitballs.

Strength exercises

Ten minutes of muscle strengthening exercises were included in each session. Different exercises with dumbbells (up to 3 kg) and therabands were carried out to work the upper limbs, chest and back. In addition, exercises were performed on a mat or standing for strengthening the lower limbs and lower back.

Depending on the necessities of each participant, the weight of the dumbbells and the resistance of the therabands varied. Strength exercises were performed in a training circuit or in a group. Every 6 weeks the strength exercises gradually progressed: 2 sequences of 10 repetitions of each

exercise with 10 seconds of rest between exercises and 1 minute of rest between sets; 2 sequences of 15 repetitions of each exercise with same rest; 2 sequences of 15 repetitions performing each exercise twice in a row, with 10 seconds of rest between 15 repetitions of the same exercise and 20 seconds between different exercises.

Coordination and balance

Five minutes of coordination, pelvis mobility and balance exercises were included in each session.

Pelvic floor exercises

Five minutes of pelvic floor strength exercises were performed (Kegel Exercises) conducted in order to prevent urinary incontinence and genital prolapse. Pelvic floor muscle exercises were completed in ascending order of difficulty, and in different positions. The location of the pelvic floor muscles and the slow contraction fibers (type I) were worked during the first month, through contractions of 5 seconds duration. Subsequently, conditioning of fast fibers (type II) was introduced through contractions of 1 second duration, working both type I and II fibers during the rest of the pregnancy. Once women controlled pelvic floor contractions, they could perform (voluntarily) part of the exercises combined with pelvic movements. Pelvic floor exercises were performed sitting or lying (up to 2 minutes) on a mat, or sitting on a fitball.

Cool down

At the end of each session, there were 5-10 minutes of static stretching and relaxation with relaxing music.

Final talk

To complete each session, 3-5 minutes were dedicated to discuss about the feelings of the participants during the session.

3.6.2 Design of the intervention program

The sessions were conducted in groups of 10 - 12 participants and were supervised by a qualified fitness specialist. All sessions took place in a spacious room inside the University Hospital of Torrejon, under favourable environmental conditions (altitude 600 m, temperature 19-21°C, humidity 40-60 %). Women were encouraged to hydrate with water before, during and after each session. In addition, it was important to emphasize nutrition before each session.

The structure of the session was maintained throughout pregnancy, slightly modifying the duration of some components of the session according to the needs of each pregnancy trimester (Figure 4).

Percentages of each content in the sessions					
Until week 20		Until week 30		Until week 38-39	
Aerobic resistance	40 %	AR	30 %	AR	25 %
Muscular strength	30 %	MS	25 %	MS	25 %
Coordination Balance	10 %	C-B	15 %	C-B	15 %
Flexibility	10 %	F	15 %	F	15 %
Pelvic floor	10 %	PF	15 %	PF	20 %

Figure 4. Structure of the session per quarter

Modifications of some exercises were proposed for those women who had any acute or chronic injuries, like sciatica or low back pain.

Exercises in which there were extreme stretches, joint overextension, Valsalva maneuver, ballistic movements and jumps were avoided, as well as isometric exercises. Exercises performed in the supine position did not exceed 2 minutes of duration.

3.6.3 Intensity of the session

Women used a heart rate (HR) monitor Polar FT7 (Polar, Kempele, Finland) to maintain a HR intensity of 55% - 60% of HR reserve using the Karvonen formula (118) during the aerobic part of the session. The calculation was updated every trimester.

$$\text{Target HR} = ((\text{maximum HR} - \text{resting HR}) \times (\% \text{ Intensity} / 100)) + \text{resting HR}$$

The maximum HR was calculated with the formula $220 - \text{age}$. The resting HR was measured in the beginning of each trimester. For this, the participants took a HR monitor home for a week and recorded HR on 3 consecutive days upon waking. With the three measures, the average was calculated.

In addition, the Borg Rate of Perceived Exertion (RPE) Scale (119) was used to keep a range of 10-12 (“fairly light” to “somewhat hard”, respectively).

3.7 Data collection

In addition to the data collected at the beginning of the study, other perinatal period information was collected. The information provided by the Hospital was in electronic format through an internal private database. Baseline information collected in the initial interview and

questionnaires were in paper format. The information provided over the phone by the participants was directly added to a spreadsheet for the program on Microsoft Office Excel 2007.

3.7.1 Information collected about the pregnancy period

- Gestational Weight Gain: measured in kilograms (kg) by calculating the difference between the pre-pregnancy weight and weight at week 38-40.
- Prenatal depression: measured by the CES-D Scale at week 38-39.

3.7.2 Information collected about the delivery

Maternal:

- Gestational age.
- Type of delivery.
- Duration of labor.
- Placental weight.
- Umbilical cord pH.

Fetal:

- Birth weight.
- Height.
- Head circumference.
- Apgar score (1 and 5 minutes after delivery).
- Hypoglycemia.

- Sex.

3.7.3 Information collected about the postpartum period

Maternal:

- Weight: measured at 6 weeks postpartum.
- Postpartum depression: measured by the CES-D Scale 6 weeks after delivery.

Fetal:

- Weight: measured at one and two years of age.
- Height: measured at one and two years of age.

3.8 Data processing

All the data and information collected was transferred to a spreadsheet on Microsoft Office Excel 2007. The information was introduced in the same way that it appeared in the initial information sources.

Subsequently, all the information collected was transferred to the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) data software, version 20.0. For this, all the data were transcribed to numerical digits to be interpreted by the software. All variables were classified with a name and label, and categorized as nominal, ordinal or scale measures. The nominal and ordinal variables were assigned numeric values for each of their options, which were also described.

Table 3. Information collected at baseline

INFORMATION COLLECTED AT BASELINE						
Variable	Measurement moment	Responsible for collecting	Measure instrument	Primary collection format	Assigned categorization (SPSS)	Assigned values (nominal and ordinal) Measurement unit or range (scale)
Age	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Scale	Ages
Pre-pregnancy weight	Pre-pregnancy	Hospital	Basculc	Paper	Scale	Kilograms
Height	Week 12	Hospital	Meter	Paper	Scale	Meters
Weight at gestational week 12	Week 12	Hospital	Basculc	Paper	Scale	Kilograms
Paternal weight	Baseline meeting	UPM investigator	Basculc	Paper	Scale	Kilograms
Paternal height	Baseline meeting	UPM investigator	Meter	Paper	Scale	Meters

Parity	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No children 1 = 1 previous child 3 = ≥ 2 children
Previous miscarriage	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No 1 = Yes
Previous preterm delivery	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No 1 = Yes
Previous SGA baby	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No 1 = Yes
Previous macrosomic baby	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No 1 = Yes
Previous postnatal depression	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No 1 = Yes
Previous GDM	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No 1 = Yes

Pre-pregnancy smoking status	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No 1 = Yes
Pregnancy smoking status	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No 1 = Yes
Education level	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = Elementary studies 1 = High school or college studies 3 = University studies
Occupation	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = No 1 = Yes
Early prenatal depression	Baseline meeting	UPM investigator	CES-D Scale	Paper	Scale	0 - 60
					Nominal	0 = No risk of depression 1 = Risk of depression

Pre-pregnancy physical exercise	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = Inactive 1 = Something active 2 = Active 3 = Very active 4 = Elite athlete
Pregnancy physical exercise	Baseline meeting	UPM investigator	Facilitated by the participant	Paper	Nominal	0 = Inactive 1 = Something active 2 = Active 3 = Very active 4 = Elite athlete

Table 4. Information collected during pregnancy

INFORMATION COLLECTED ABOUT THE PREGNANCY PERIOD						
Variable	Measurement moment	Responsible for collecting	Measure instrument	Primary collection format	Assigned categorization (SPSS)	Assigned values (nominal and ordinal) Measurement unit or range (scale)
GDM	Gestational week 26	Hospital	O'Sullivan Test	Electronic	Nominal	0 = No 1 = Yes
Gestational Weight Gain	Gestational week 38-40	UPM investigator	Bascule	Paper	Scale	Kilograms
					Nominal	0 = Adequate 1 = Excessive
Prenatal depression	Gestational week 38-39	UPM investigator	CES-D Scale	Paper	Scale	0 - 60
					Nominal	0 = No risk of depression 1 = Risk of depression

Table 5. Information collected about delivery

INFORMATION COLLECTED ABOUT THE DELIVERY						
Variable	Measurement moment	Responsible for collecting	Measure instrument	Primary collection format	Assigned categorization (SPSS)	Assigned values (nominal and ordinal) Measurement unit or range (scale)
Gestational age	Delivery	Hospital		Electronic	Scale	Days
					Nominal	0 = Preterm delivery 1 = Term delivery 2 = Post-term delivery
Type of delivery	Delivery	Hospital		Electronic	Nominal	0 = Natural 1 = Instrumental: vacuum 2 = Instrumental: forceps 3 = Cesarean section
Duration of labour	Delivery	Hospital	Timer	Electronic	Scale	Minutes
Placental weight	Delivery	Hospital	Basculé	Electronic	Scale	Kilograms

Umbilical cord pH	Delivery	Hospital		Electronic	Scale	0 - 14
Birth weight	Delivery	Hospital	Bascule	Electronic	Scale	Grams
					Nominal	0 = Small 1 = Normal 2 = Macrosomic
Birth height	Delivery	Hospital	Meter	Electronic	Scale	Centimeters
Head circumference	Delivery	Hospital	Meter	Electronic	Scale	Centimeters
Apgar score	1 and 5 minutes after delivery	Hospital		Electronic	Ordinal	0 - 10
Hypoglycemia	Delivery	Hospital	Glucose meter	Electronic	Nominal	0 = No 1 = Yes
Sex	Delivery	Hospital		Electronic	Nominal	0 = Girl 1 = Boy

Table 6. Information collected about postpartum

INFORMATION COLLECTED ABOUT THE POSTPARTUM PERIOD						
Variable	Measurement moment	Responsible for collecting	Measure instrument	Primary collection format	Assigned categorization (SPSS)	Assigned values (nominal and ordinal) Measurement unit or range (scale)
Mother weight	6 weeks after delivery	UPM investigator	Bascule	Microsoft Office Excel	Scale	Kilograms
Postpartum depression	6 weeks after delivery	UPM investigator	CES-D Scale	Paper	Scale	0 - 60
					Nominal	0 = No risk of depression 1 = Risk of depression
Baby weight	1 and 2 years of age	UPM investigator	Bascule	Microsoft Office Excel	Scale	Kilograms
Baby height	1 and 2 years of age	UPM investigator	Meter	Microsoft Office Excel	Scale	Centimeters

3.8.1 Other measures: BMI

Maternal BMI was calculated by dividing the pre-pregnancy weight (kg) by height (m²), and women were classified as underweight (BMI < 18.5 kg/m²), normal weight (BMI ≥ 18.5 to 24.9 kg/m²), overweight (BMI ≥ 25 to 29.9 kg/m²) or obese (BMI ≥ 30 kg/m²).

Paternal BMI was calculated and classified in the same way.

3.8.2 Other measures: Gestational weight gain

Maternal gestational weight gain from the beginning to the end of the pregnancy was considered as a secondary outcome. Maternal weight gain was provided by the hospital and was categorised as excessive or adequate according to weight gain recommendations classified by pre-pregnancy BMI. Excessive Gestational Weight Gain (EGWG) was defined as a weight gain of > 18.0 kg for underweight, > 16.0 kg for normal weight, > 11.5 kg for overweight and > 9.0 kg for obese women, according to the Institute of Medicine (IOM) recommendations (9).

3.9 Outcomes

3.9.1 Principal outcomes: psychological perspective

3.9.1.1 Depression

Depression risk levels were assessed using the Center for Epidemiological Studies-Depression Scale (CES-D) (117) at the beginning of the study (weeks 12-16), at the end of pregnancy (week 38-39), and at 6 weeks post-delivery (Figure 5), and the questionnaire was self-administered. This questionnaire was developed by the National Institute of Mental Health. It consists of 20 items assessing the different aspects of depressive symptomatology. According to the symptom

frequency, each response ranges from 0 (never) to 3 (most days). The score is the sum of the 20 weighted items, and the range of scores is 0-60. If more than 4 items are missing, the test cannot be considered. A score ≥ 16 indicates risk of depression. This scale is widely used and has been used in pregnant populations (35, 37, 38, 40, 43). The scale has been translated and validated in Spanish, and it has a high correlation with several scales with a validity between 0.69 and 0.89, a responsiveness of 0.95, a specificity of 0.66 and a reliability of 0.9 (117).

Figure 5. Time points of depression risk level measurement with CES-D questionnaire

3.9.2 Principal outcomes: physiological perspective

3.9.2.1 Placental weight

Placental weight was measured by the same specialist (3 midwives and 3 obstetricians) in the Hospital within 30 minutes after birth and was measured in grams (g). The membranes and 1 cm of the umbilical cord were attached, as well as the blood contained. An electronic scale was used (NAHITA 5041/5000, weight range 0–5,000 g).

3.9.2.2 Fetal birth weight

Fetal birth weight was also considered a principle outcome, and was measured by the same specialists in the hospital within three hours after birth. Birth weight was measured in grams (g) on a well-calibrated homologated balance, and was classified in three different levels:

- Low birth weight: birth weight less than 2,500 g regardless of gestational age.
- Optimal birth weight: between 2,500 and 4,000 g.
- Macrosomia: birth weight greater than 4,000 g regardless of gestational age.

3.9.2.3 Feto-placental weight index

Feto-placental index is the product of dividing the fetal birth weight by the placental weight and it was calculated in grams (g).

Birth weight / Placental weight (BW/PW)

3.9.3 Secondary outcomes

3.9.3.1 Baby weight at one year of age

The weight of the baby at one year of age was collected through phone calls to the participants, in which they provided the data listed in the child health card. These data were measured by the pediatricians of the health centers to which each baby belonged. The measure was taken in kilograms, and changed to grams for the analysis.

3.9.3.2 Gestational age at birth

Gestational age at birth was measured by the health specialist as weeks + days, but was analysed as days. For its treatment as a categorical variable it was classified in 3 levels

- Preterm delivery: delivery at < 37 weeks or 259 days.
- Term delivery: birth between 37 (259 days) week and 41 week + 6 days (287 days).
- Post-term delivery: delivery at > 42 weeks or 294 days.

This secondary variable was also used as a covariate in the placental and fetal birth weight analyses due to the great correlation that exists between them.

3.10 Statistical analysis

3.10.1 Analysis of baseline characteristics

Descriptive statistics, including means ($\bar{X}$) and standard deviations (SD) for quantitative variables and percentage (%) for categorical variables, were calculated to examine the maternal characteristics and CES-D scores ($\bar{X} \pm SD$) and results (%) at baseline. To examine if there were

differences between groups at baseline, the Student's t-test and Chi-square test were used for quantitative and categorical variables, respectively.

For comparison between groups, the Chi-square test was also used to analyse the level of exercise performed before and during pregnancy.

3.10.2 Analysis of psychological outcomes

The Chi-square test was used to analyse and compare the percentage of women at risk of depression according to the CES-D questionnaire at three time points: baseline (week 10-16), week 38 of pregnancy and week 6 postpartum. Additionally, the difference in percentages of women at risk of depression was calculated with a Confidence Interval of 95%.

A repeated measure ANOVA was used to assess the CES-D scores between the IG and the CG at three time points, and an ANCOVA was performed to adjust for possible baseline confounders (BMI, smoking and exercise before pregnancy) (120).

A per-protocol analysis was performed with the women who completed the questionnaires, with an additional stratification analysis according to pre-pregnancy BMI and gestational weight gain.

An analysis by intention-to-treat was also performed using two different methods (121). Using the first method (simple imputation), the mean of the outcome of the entire group was inserted for missing values for the quantitative variables (score), and the percentage of the entire group was followed to assign new values for the categorical variables (results). Using the second method, the statistical technique of multiple imputation was conducted to impute lost data values automatically (five imputations) and calculate the average of the five files.

3.10.3 Analysis of physiological outcomes

To examine if there were differences between groups, Student's t-test was used to analyze the placental and fetal weight at delivery and the feto-placental index. This analysis was also performed for gestational age at birth and the baby's weight at one year of age. In addition, the difference of means of each of these variables was calculated with a Confidence Interval of 95%.

In order to adjust the principal outcomes for possible baseline confounders, an analysis of covariance (ANCOVA) was performed for placental weight, birth weight and feto-placental index, introducing maternal and paternal BMI, gestational weight gain, gestational age and sex of the newborn as covariables. In addition, the birth weight was introduced as a covariate of placental weight, and the placental weight as a covariate of birth weight.

A repeated-measure analysis of variance (ANOVA) was performed to evaluate the baby weight at birth and at one year of age between the IG and the CG. An ANCOVA was additionally performed to adjust for possible confounding variables: maternal and paternal BMI, maternal gestational weight gain, gestational age, placental weight and sex of the newborn (120).

For comparison between groups in the categorical variables, a Chi-square test was used to analyze the birth weight (low, normal, large) and the gestational age at birth (preterm, term, post-term).

The analysis was performed by protocol and by intention-to-treat for the main outcomes (121). The per-protocol analysis was performed with the data collected. The intention-to-treat analysis was performed using the multiple imputation method of the SPSS program to impute lost data values automatically (five imputations) and calculate the average of the five files. The multiple

imputation procedure was not performed for the birth weight outcome because there were no missing values.

The study analyses were performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) data software, version 20.0.

3.11 Sample size calculation

3.11.1 Sample size for psychological approach

To detect a 25 % reduction in the percentage of depressed women in the IG compared to the CG in the postpartum, with a two-sided 5 % significance level and a power of 80 %, a sample size of 50 pregnant women per group was necessary given an anticipated dropout rate of 15 % (122).

3.11.2 Sample size for physiological approach

To detect a difference of at least 70 g in placental weight between groups, assuming a bilateral alternative and considering a standard deviation of 89 g based on a previous study (75), with a power of >80 % and α of .05, a sample size of 30 participants per group was necessary given an anticipated dropout rate of 15 %.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Diseño del estudio

El presente estudio fue un Ensayo Clínico Aleatorizado (ECA) (identificador: NCT02420288) realizado entre octubre de 2014 y diciembre de 2016. El estudio fue realizado por la Universidad Politécnica de Madrid y el Hospital Universitario de Torrejón (Madrid, España). El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité Ético de Investigación del hospital y siguió las pautas éticas de la Declaración de Helsinki, que fue modificada por última vez en 2008.

3.2 Reclutamiento y criterios de exclusión

Se proporcionó información sobre el estudio en las consultas de obstetricia y ginecología del hospital a mujeres con un embarazo simple de menos de 16 semanas gestacionales. Las mujeres interesadas en participar contactaron con los investigadores por correo electrónico o por teléfono, y se organizó una reunión informativa.

De acuerdo con los criterios de exclusión, las mujeres < 18 o > 45 años de edad y las mujeres que no estaban bajo seguimiento médico durante el embarazo en el hospital de referencia no se incluyeron en el estudio. También fueron excluidas las mujeres que tenían alguna de las siguientes condiciones médicas graves o complicaciones obstétricas (directrices del Colegio Estadounidense de Obstetras y Ginecólogos (ACOG), 2015) (51).

- Desórdenes cardiovasculares.
- Desórdenes respiratorios.
- Trastornos sistémicos serios.

- Sangrado persistente en el segundo o tercer trimestre.
- Placenta previa.
- Rotura de membranas.
- Riesgo de parto prematuro.
- Hipertensión o preeclampsia inducida por el embarazo.
- Cuello uterino incompetente.

Las participantes deben ser capaces de comunicarse en español y planear dar a luz en el hospital de referencia.

Todas las participantes proporcionaron un consentimiento informado por escrito que firmaron antes de entrar a formar parte del estudio (Anexo II) y completaron una encuesta inicial en la que se recopilaron datos personales de referencia (Anexo V).

3.3 Aleatorización

Se realizó una aleatorización simple a través del programa EPIDAT 3.1 para asignar a las participantes en los grupos por orden de entrada: Grupo Intervención (GI) y Grupo Control (GC). Para ello, se generó una lista de números aleatorios ($n = 200$) a través de la opción de EPIDAT de grupos equilibrados (similar pero no igual tamaño).

3.4 Características de las participantes

Las participantes tuvieron una reunión inicial en el hospital de referencia antes de la semana gestacional 16, durante la cual se les informó acerca del estudio y se respondieron sus preguntas. Las mujeres que decidieron participar, antes de ser asignadas aleatoriamente, completaron un

documento que proporcionaba información sobre edad, paridad, antecedentes de embarazos previos y depresión posparto anterior, hábitos de ejercicio físico previos, tabaquismo, nivel de educación, ocupación y ejercicio físico durante el primer trimestre (Anexo V). El peso de las participantes se registró en el momento del ingreso al estudio, y el hospital proporcionó el peso, la estatura y el IMC previo a la gestación. En los casos en los que no había datos previos al embarazo disponibles en los registros del hospital, esta información fue solicitada directamente a las participantes. Además, se solicitó y registró información sobre el peso y la estatura paterna, de estar disponible, para calcular el IMC paterno.

El cuestionario *Center for Epidemiological Studies-Depression Scale* (Centro de Estudios Epidemiológicos y Depresión; CES-D) se completó durante esta reunión inicial, y nuevamente antes de dar a luz (semanas 37-40) y entre las 6 y 8 semanas postparto (Anexo VI).

Entre las semanas 37 y 40 de gestación se entrevistó a todas las mujeres y se les preguntó sobre el nivel de ejercicio físico realizado durante el embarazo, sin incluir el ejercicio realizado en el programa de ejercicios (GI), y si tuvieron complicaciones en el embarazo. A las 6 semanas del postparto, se les volvió a entrevistar y se registraron las complicaciones después del parto. Las entrevistas fueron presenciales y tuvieron lugar en el hospital cuando fue posible, o telefónicas con las participantes que no pudieron asistir.

Los hábitos de ejercicio físico previos al embarazo y durante el embarazo se registraron en función de la frecuencia, intensidad, tiempo y tipo (FITT) y se clasificaron en cinco niveles diferentes:

- Totalmente inactiva.
- Activa ocasionalmente (ejercicio de vez en cuando).

- Activa (2 veces por semana).
- Muy activa (de 3 a 4 veces por semana).
- Atleta de élite o competición (entrenamiento diario con el objetivo de mejorar el rendimiento).

Cualquier tipo o intensidad de ejercicio físico realizado ≥ 30 minutos en una sesión continua se clasificó como un día activo. El hábito de ejercicio físico previo al embarazo se refiere al año anterior.

3.5 Grupos de estudio

Las participantes fueron asignados aleatoriamente en dos grupos:

3.5.1 Grupo Control (GC)

Todas las mujeres asignadas al CG recibieron la atención habitual de los profesionales de la salud en el hospital y las recomendaciones estándar sobre nutrición y ejercicio físico. Las visitas regulares al especialista en ginecología y obstetricia se realizaron en las semanas 9-12, 20, 26, 28, 35, 36 y 41 (en caso de gestación cronológicamente prolongada). De ser necesario, se organizaron visitas adicionales.

3.5.2 Grupo Intervención (GI)

Las mujeres que fueron asignadas al GI recibieron la atención habitual de los profesionales de la salud del hospital con el mismo número de visitas que las participantes del GC, y recibieron las mismas recomendaciones generales de nutrición y ejercicio físico. Además, las mujeres asignadas al GI participaron en un programa de ejercicio físico diseñado para mujeres embarazadas sanas.

3.6 Programa de ejercicio físico (GI)

El programa de intervención consistió en tres sesiones semanales de ejercicio físico de una hora de duración, realizadas en días alternos desde la semana gestacional 12-16 hasta el final del tercer trimestre (semana 38-40). En el caso de que no se diese parto prematuro, se planificaron entre 66 y 78 sesiones para cada participante. Para facilitar el cumplimiento del programa, se ofrecieron 2 sesiones diarias 4 días laborables por semana entre las 5 p.m. y 8 p.m. El programa de ejercicios se diseñó de acuerdo con los estándares del ACOG (2015) (51) y siguió la estructura de los programas de estudio previos (37, 38, 56, 63).

3.6.1 Estructura de las sesiones

Cada sesión tuvo una duración de 60 minutos y se distribuyó de la siguiente manera:

Calentamiento

Cada sesión comenzaba con un calentamiento de 10 minutos que consistía en 5 minutos caminando a diferentes intensidades y 5 minutos de estiramientos estáticos ligeros de la mayoría de los grupos musculares, así como ejercicios de movilidad articular.

Acondicionamiento aeróbico

Esta sección consistió en 25-30 minutos de ejercicio aeróbico a una intensidad moderada (55-60% de la frecuencia cardíaca de reserva) a través de diferentes coreografías de bajo impacto. Para hacer las clases más variadas, además de la realización de aeróbico de bajo impacto, se incorporaron diferentes materiales como mancuernas ligeras, therabands y fitballs.

Ejercicios de fortalecimiento

En cada sesión se incluyeron 10 minutos de ejercicios de fortalecimiento muscular. Se realizaron diferentes ejercicios con pesas (hasta 3 kg) y therabands para trabajar los miembros superiores, el pecho y la espalda. Además, se realizaron ejercicios para fortalecer la extremidad inferior y la espalda baja en una esterilla o de pie.

Dependiendo de las necesidades de cada participante, el peso de las mancuernas y la resistencia de las therabands variaron. Los ejercicios de fuerza se realizaron en un circuito de entrenamiento o en un grupo. Cada 6 semanas los ejercicios de fuerza progresaban gradualmente, de la siguiente manera: 2 series de 10 repeticiones de cada ejercicio con 10 segundos de descanso entre los ejercicios y 1 minuto de descanso entre series; 2 series de 15 repeticiones de cada ejercicio con el mismo descanso; 2 secuencias de 15 repeticiones realizando cada ejercicio dos veces seguidas, con 10 segundos de descanso entre cada 15 repeticiones del mismo ejercicio y 20 segundos entre diferentes ejercicios.

Coordinación y equilibrio

Se incluyeron cinco minutos de coordinación, movilidad de la pelvis y ejercicios de equilibrio en cada sesión.

Ejercicios de suelo pélvico

Se realizaron cinco minutos de ejercicios de fortalecimiento de suelo pélvico (ejercicios de Kegel) para prevenir la incontinencia urinaria y el prolapso genital. Los ejercicios musculares de suelo pélvico se completaron en orden ascendente de dificultad y en diferentes posiciones. Durante el primer mes se trabajó la ubicación de la musculatura del suelo pélvico y las fibras de contracción lenta (tipo I) a través de contracciones de 5 segundos de duración. Posteriormente se

introdujo el acondicionamiento de fibras rápidas (tipo II) a través de contracciones de un segundo de duración, trabajando las fibras de tipo I y II durante el resto del embarazo. Una vez que las mujeres controlaban las contracciones del suelo pélvico, podían realizar (voluntariamente) una parte de los ejercicios combinados con movimientos pélvicos. Los ejercicios del suelo pélvico se realizaron en posición sentada o en tendido supino (hasta 2 minutos) en una esterilla, o en posición sentada sobre un fitball.

Vuelta a la calma

Al final de cada sesión, se dedicaron 5-10 minutos a realizar estiramientos estáticos y ejercicios de relajación con música.

Charla final

Para completar cada sesión, se dedicaron entre 3 y 5 minutos a una puesta en común sobre las sensaciones de las participantes durante la sesión.

3.6.2 Diseño del programa de intervención

Las sesiones se llevaron a cabo en grupos de entre 10 y 12 participantes y fueron supervisadas por un especialista cualificado en ejercicio físico. Todas las sesiones tuvieron lugar en una sala espaciosa dentro del Hospital Universitario de Torrejón, en condiciones ambientales favorables (altitud 600 m, temperatura 19-21 °C, humedad 40-60 %). Se animó a las mujeres a hidratarse con agua antes, durante y después de cada sesión. Además, se enfatizó la importancia de la nutrición antes de cada sesión.

La estructura de la sesión se mantuvo durante todo el embarazo, modificando ligeramente la duración de algunos componentes según las necesidades de cada trimestre de embarazo (Figura 6).

Porcentajes de cada contenido en la sesiones					
Hasta la semana 20		Hasta la semana 30		Hasta la semana 38-39	
Resistencia Aeróbica	40 %	RA	30 %	RA	25 %
Fuerza Muscular	30 %	FM	25 %	FM	25 %
Coordinación Equilibrio	10 %	C-E	15 %	C-E	15 %
Flexibilidad	10 %	Fxb	15 %	Fxb	15 %
Suelo Pélvico	10 %	SP	15 %	SP	20 %

Figura 6. Porcentajes de los contenidos de las sesiones

Se propusieron modificaciones de algunos ejercicios para aquellas mujeres que tenían lesiones agudas o crónicas, como ciática o lumbalgia.

Se evitaron ejercicios en los que hubo estiramientos extremos, sobreextensión articular, maniobra de Valsalva, movimientos balísticos y saltos, así como ejercicios isométricos. Los ejercicios realizados en posición supina no excedieron los 2 minutos de duración.

3.6.3 Intensidad de las sesiones

Las participantes utilizaron un pulsómetro Polar FT7 (Polar, Kempele, Finlandia) para mantener una intensidad de la Frecuencia Cardíaca (FC) de entre el 55 % y el 60 % de la FC de reserva, usando la fórmula de Karvonen (118) durante la parte aeróbica de la sesión. El cálculo se actualizó cada trimestre, y se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de FC objetivo} = ((\text{FC máxima} - \text{FC reposo}) \times \% \text{ intensidad}) + \text{FC reposo}$$

La FC máxima se calculó con la fórmula $220 - \text{edad}$. La FC en reposo se midió al comienzo de cada trimestre. Para esto, las participantes se llevaron un pulsómetro a casa durante una semana y registraron la FC en 3 días consecutivos al despertar y antes de levantarse. Con las tres medidas, se calculó el promedio.

Además, se usó la Escala de Esfuerzo Percibido de Borg (RPE) (119) para mantener un rango de 10-12 ("bastante ligero" a "algo duro", respectivamente).

3.7 Recopilación de datos

Adicionalmente a los datos recopilados al comienzo del estudio, se recopiló información sobre el período perinatal. La información proporcionada por el hospital se registró en formato electrónico en una base de datos interna y privada. La información de referencia recopilada en la entrevista inicial y los cuestionarios se registró en formato papel. La información proporcionada por teléfono por las participantes se agregó directamente a una hoja de cálculo del programa Microsoft Office Excel 2007.

3.7.1 Información recopilada sobre el periodo de embarazo

- Ganancia de peso gestacional: medido en kilogramos (kg) al calcular la diferencia entre el peso previo al embarazo y el peso en la semana 38-40.
- Depresión prenatal: medida por el cuestionario CES-D en la semana 38-39.

3.7.2 Información recopilada sobre el parto

Información materna:

- Edad gestacional.

- Tipo de parto.
- Duración del parto.
- Peso placentario.
- pH del cordón umbilical.

Información fetal:

- Peso de nacimiento.
- Altura.
- Circunferencia de la cabeza.
- Puntuación Apgar (1 y 5 minutos después del parto).
- Hipoglucemia.
- Sexo

3.7.3 Información recopilada sobre el periodo postparto

Información materna:

- Peso: medido a las 6 semanas después del parto.
- Depresión posparto: medida por el cuestionario CES-D 6-8 semanas después del parto.

Información fetal:

- Peso: medido a la edad de uno y dos años.
- Altura: medida al año y dos años de edad.

3.8 Procesamiento de datos

Todos los datos y la información recopilada se transfirieron a una hoja de cálculo en Microsoft Office Excel 2007. La información se introdujo de la misma manera que apareció en las fuentes de información iniciales.

Posteriormente, toda la información recolectada se transfirió al software de datos del Paquete Estadístico de Ciencias Sociales (SPSS), versión 20.0. Para esto, todos los datos fueron transcritos a dígitos numéricos para poder así ser interpretados por el software. Cada una de las variables fue catalogada con un nombre y una etiqueta, y se clasificaron como medidas nominales, ordinales o de escala. A las variables nominales y ordinales se les asignaron valores numéricos para cada una de sus opciones, las cuales también se describieron.

Tabla 7. Información recopilada al inicio del estudio

INFORMACIÓN RECOPIADA AL INICIO DEL ESTUDIO						
Variable	Momento de medida	Responsable de la recopilación	Instrumento de medida	Formato de recopilación primario	Categoría asignada (SPSS)	Valores asignados (nominal y ordinal) Unidad de medida (escala)
Edad	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Escala	Año
Peso previo al embarazo	Pregestacional	Hospital	Báscula	Papel	Escala	Kilogramos
Altura	Semana 12	Hospital	Metro	Papel	Escala	Metro
Peso al inicio del estudio	Semana 12	Hospital	Báscula	Papel	Escala	Kilogramo
Peso paterno	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Báscula	Papel	Escala	Kilogramo
Altura paterna	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Metro	Papel	Escala	Metro

Paridad	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Nominal	0 = Ninguno 1 = 1 hijo previo 3 = ≥ 2 hijos
Aborto espontáneo previo	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Nominal	0 = No 1 = Si
Parto pretérmino previo	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Nominal	0 = No 1 = Si
Bebe PEG previo	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Nominal	0 = No 1 = Si
Bebe macrosómico previo	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Nominal	0 = No 1 = Si
Depresión postparto previa	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Nominal	0 = No 1 = Si
DMG previa	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Nominal	0 = No 1 = Si

Fumadora antes del embarazo	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Nominal	0 = No 1 = Si
Fumadora durante el embarazo	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	Facilitado por la participante	Papel	Nominal	0 = No 1 = Si
Nivel de educación	Entrevista inicial	Investigador de la UPM		Papel	Nominal	0 = Educación obligatoria 1 = Bachillerato o FP 3 = Estudios universitarios
Ocupación laboral	Entrevista inicial	Investigador de la UPM		Papel	Nominal	0 = No 1 = Si
Depresión prenatal temprana	Entrevista inicial	Investigador de la UPM	CES-D	Papel	Escala	0 - 60
					Nominal	0 = Sin riesgo de depresión 1 = Riesgo de depresión

Hábitos de ejercicio previos al embarazo	Entrevista inicial	Investigador de la UPM		Papel	Nominal	0 = Inactiva 1 = Activa ocasionalmente 2 = Activa 3 = Muy activa 4 = Atleta de élite
Hábitos de ejercicio durante el embarazo	Entrevista inicial	Investigador de la UPM		Papel	Nominal	0 = Inactiva 1 = Activa ocasionalmente 2 = Activa 3 = Muy activa 4 = Atleta de élite

Tabla 8. Información recopilada durante el embarazo

INFORMACIÓN RECOPIADA SOBRE EL PERIODO DE EMBARAZO						
Variable	Momento de medida	Responsable de la recopilación	Instrumento de medida	Formato de recopilación primario	Categoría asignada (SPSS)	Valores asignados (nominal y ordinal) Unidad de medida (escala)
DMG	Semana gestacional 26	Hospital	Test de O'Sullivan	Electrónico	Nominal	0 = No 1 = Si
Ganancia de peso gestacional	Semana gestacional 38-40	Investigador de la UPM	Báscula	Papel	Escala	Kilogramo
					Nominal	0 = Adecuado 1 = Excesivo
Depresión prenatal	Semana gestacional 38-39	Investigador de la UPM	CES-D	Papel	Escala	0 – 60
					Nominal	0 = Sin riesgo de depresión 1= Riesgo de depresión

Tabla 9. Información recopilada durante el parto

INFORMACIÓN RECOPIADA SOBRE EL PARTO						
Variable	Momento de medida	Responsable de la recopilación	Instrumento de medida	Formato de recopilación primario	Categoría asignada (SPSS)	Valores asignados (nominal y ordinal) Unidad de medida (escala)
Edad gestacional	Parto	Hospital		Electrónico	Escala	Días
					Nominal	0 = Parto pretérmino 1 = Parto a término 2 = Parto postérmino
Tipo de parto	Parto	Hospital		Electrónico	Nominal	0 = Natural 1 = Instrumental: ventosa 2 = Instrumental: fórceps 3 = Cesárea
Duración del parto	Parto	Hospital	Cronómetro	Electrónico	Escala	Minuto
Peso de la placenta	Parto	Hospital	Báscula	Electrónico	Escala	Kilogramo

pH del cordón umbilical	Parto	Hospital		Electrónico	Escala	0 - 14
Peso de nacimiento	Parto	Hospital	Báscula	Electrónico	Escala	Gramo
					Nominal	0 = Pequeño 1 = Normal 2 = Macrosómico
Altura de nacimiento	Parto	Hospital	Metro	Electrónico	Escala	Centímetro
Circunferencia craneal	Parto	Hospital	Metro	Electrónico	Escala	Centímetro
Puntuación Apgar	1 y 5 minutos tras el parto	Hospital		Electrónico	Ordinal	0 - 10
Hipoglucemia	Parto	Hospital	Glucómetro	Electrónico	Nominal	0 = No 1 = Si
Sexo	Parto	Hospital		Electrónico	Nominal	0 = Niña 1 = Niño

Tabla 10. Información recopilada durante el postparto

INFORMACIÓN RECOPIADA SOBRE EL PERIODO POSTPARTO						
Variable	Momento de medida	Responsable de la recopilación	Instrumento de medida	Formato de recopilación primario	Categoría asignada (SPSS)	Valores asignados (nominal y ordinal) Unidad de medida (escala)
Peso materno	6 semanas postparto	Investigador de la UPM	Báscula	Microsoft Office Excel	Escala	Kilogramo
Depresión postparto	6 semanas postparto	Investigador de la UPM	CES-D	Papel	Escala	0 – 60
					Nominal	0 = Sin riesgo de depresión 1= Riesgo de depresión
Peso del bebe	1 y 2 años de edad	Investigador de la UPM	Báscula	Microsoft Office Excel	Escala	Kilogramo
Altura del bebe	1 y 2 años de edad	Investigador de la UPM	Metro	Microsoft Office Excel	Escala	Centímetro

3.8.1 Otras medidas: Índice de Masa Corporal

El IMC materno se calculó dividiendo el peso antes del embarazo (kg) por la altura (m^2), y las mujeres se clasificaron como bajo peso ($IMC < 18,5 \text{ kg/m}^2$), peso normal ($IMC \geq 18,5$ a $24,9 \text{ kg/m}^2$), sobrepeso ($IMC \geq 25,0$ a $29,9 \text{ kg/m}^2$) u obesidad ($IMC \geq 30,0 \text{ kg/m}^2$). El IMC paterno se calculó y clasificó de la misma manera.

3.8.2 Otras medidas: ganancia de peso gestacional

La ganancia de peso materno desde el comienzo hasta el final del embarazo se consideró como una covariable. El aumento de peso materno fue proporcionado por el hospital y se clasificó como excesivo o adecuado de acuerdo con las recomendaciones de aumento de peso en función del IMC previo al embarazo. De acuerdo con las recomendaciones del Instituto de Medicina (IOM) (9), el aumento excesivo del peso gestacional se definió como un aumento de peso $> 18,0 \text{ kg}$ para las mujeres con bajo peso, $> 16,0 \text{ kg}$ para peso normal, $> 11,5 \text{ kg}$ para sobrepeso y $> 9,0 \text{ kg}$ para mujeres obesas.

3.9 Variables

3.9.1 Variable principal de la perspectiva psicológica

3.9.1.1 Depresión

Los niveles de riesgo de depresión se evaluaron usando el cuestionario *Center for Epidemiological Studies-Depression Scale* (CES-D) (117) al comienzo del estudio (semanas 12-16), al final del embarazo (semana 38-39) y a las 6 semanas después del parto (Figura 7), y fue rellenado de forma autoadministrada por las participantes. Este cuestionario fue desarrollado por

el Instituto Nacional de Salud Mental y consiste en 20 ítems que evalúan los diferentes aspectos de la sintomatología depresiva. De acuerdo con la frecuencia de los síntomas, cada respuesta oscila entre 0 (nunca) y 3 (la mayoría de los días). La puntuación resulta de la suma de los 20 ítems, y el rango de la puntuación final es 0-60. Si faltan más de 4 respuestas, el cuestionario no se puede considerar. Una puntuación ≥ 16 indica riesgo de depresión. Esta escala es ampliamente utilizada y se ha utilizado en poblaciones embarazadas (35, 37, 38, 40, 43). La escala ha sido traducida y validada en español, y tiene una alta correlación con varias escalas con una validez entre 0,69 y 0,89, una sensibilidad de 0,95, una especificidad de 0,66 y una confiabilidad de 0,9 (117).

Figura 7. Momentos de medida del riesgo de depresión a través del CES-D

3.9.2 Variable principal de la perspectiva fisiológica

3.9.2.1 Peso de la placenta

El peso de la placenta fue medido por los mismos especialistas (3 enfermeras y 3 obstetras) en el hospital dentro de los 30 minutos posteriores al nacimiento. Se pesó unida a las membranas y a 1 cm del cordón umbilical, así como con la sangre contenida en su interior. Para su medición se utilizó una balanza electrónica (NAHITA 5041/5000, rango de peso 0-5,000 g).

3.9.2.2 Peso fetal al nacer

El peso del recién nacido también se consideró una variable principal, y fue medido por uno de los especialistas del hospital dentro de las tres horas posteriores al nacimiento. El peso al nacer se midió en gramos (g) mediante una balanza homologada bien calibrada y se clasificó en tres niveles diferentes:

- Bajo peso de nacimiento: peso al nacer menor de 2.500 g, independientemente de la edad gestacional.
- Peso óptimo de nacimiento: entre 2.500 y 4.000 g.
- Macrosomía: peso al nacer mayor de 4.000 g, independientemente de la edad gestacional.

3.9.2.3 Índice de peso feto-placentario

Se trata del índice resultante de la división del peso de nacimiento entre el peso placentario en gramos (g).

$$\text{Peso de nacimiento (PN) / Peso placentario (PP)}$$

3.9.3 Variables secundarias

3.9.3.1 Peso del bebe al año

El peso del bebe al año de edad se recogió mediante llamadas telefónicas a las participantes, en las que facilitaban los datos apuntados en la cartilla sanitaria del bebe. Estos datos fueron medidos por los pediatras de los centros de salud a los que correspondía cada bebe. La medida fue tomada en kilogramos, y posteriormente cambiada a gramos para su análisis.

3.9.3.2 Edad gestacional

La edad gestacional en el momento del parto fue recogida por los especialistas del hospital en semanas + días, y fue convertida a días para su posterior análisis. Para realizar su tratamiento como variable categórica fue clasificada en 3 niveles diferentes:

- Parto prematuro o pretérmino: parto antes de las 37 semanas o 259 días.
- Parto a término: nacimiento entre las 37 (259 días) y las 41 semanas + 6 días (287 días).
- Parto postérmino: parto igual o posterior a las 42 semanas o 294 días.

Esta variable secundaria fue además utilizada como covariable en los análisis del peso de la placenta y del peso del recién nacido debido a la gran correlación que existe entre ellas.

3.10 Análisis estadístico

3.10.1 Análisis de las características iniciales

Se calcularon los estadísticos descriptivos para examinar las características maternas de cada grupo al inicio del estudio. Para las variables cuantitativas se calculó la media ($\bar{X}$) y la

desviación estándar (DE), mientras que para las variables categóricas se calculó el porcentaje (%). Además, este mismo procedimiento se llevó a cabo para examinar la puntuación ($\bar{X} \pm DE$) y el resultado del cuestionario CES-D (%) al inicio del estudio.

Para examinar si hubo diferencias significativas entre los grupos al inicio del estudio, se usaron las pruebas t de Student y Chi-cuadrado para las variables cuantitativas y categóricas, respectivamente.

La prueba de Chi-cuadrado también se utilizó para la comparación entre grupos en cuanto al nivel de ejercicio realizado previamente y durante el embarazo,

3.10.2 Análisis de las variables psicológicas

La prueba de Chi-cuadrado se utilizó para analizar y comparar el porcentaje de mujeres con riesgo de depresión de acuerdo con el cuestionario CES-D en los tres momentos de medida: inicio del estudio (semana 10-16), semana 38 de embarazo y semana 6 posparto. Adicionalmente, se calculó la diferencia de porcentajes de mujeres con riesgo de depresión con un Intervalo de Confianza del 95 %.

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) de medidas repetidas para evaluar las puntuaciones del cuestionario CES-D en los diferentes momentos de medida entre el GI y el GC. Adicionalmente se realizó un análisis de la covarianza (ANCOVA) para ajustar por las posibles variables de confusión iniciales (IMC, tabaquismo y ejercicio antes del embarazo) (120).

Se llevó a cabo un análisis por protocolo con las mujeres que completaron los cuestionarios, y se realizó un análisis estratificado de forma adicional de acuerdo al IMC previo al embarazo y a la ganancia de peso gestacional.

También se realizó un análisis por intención a tratar utilizando dos métodos diferentes (121). El primer método fue de imputación simple, para el cual se insertó la media de todo el grupo en los valores perdidos de las variables cuantitativas (puntuación CES-D), y para lo que se siguieron los porcentajes de todo el grupo para asignar nuevos valores en las variables categóricas perdidas (resultado CES-D). El segundo método utilizado para el análisis por intención a tratar fue mediante la técnica estadística de imputación múltiple disponible en el programa SPSS, la cual se llevó a cabo para imputar los valores de datos perdidos automáticamente (cinco imputaciones) y calcular el promedio de los cinco archivos.

3.10.3 Análisis de las variables fisiológicas

Para examinar si se produjeron diferencias entre los grupos, se usó la prueba t de Student para analizar el peso de la placenta, el peso de nacimiento y el índice feto-placentario. Este análisis también se llevó a cabo para examinar la edad gestacional en el momento del parto y el peso del bebé al año. Adicionalmente, se calculó la diferencia de medias de cada una de estas variables con un Intervalo de Confianza del 95 %.

Por otro lado, con el fin de ajustar las variables principales por las posibles variables de confusión, se realizó un ANCOVA para el peso de la placenta, peso de nacimiento e índice feto-placentario, introduciendo como covariables el IMC materno y paterno, la ganancia de peso materno gestacional, la edad gestacional y el sexo del recién nacido. Además, para el ANCOVA del peso de la placenta se introdujo como covariable el peso de nacimiento, y para el ANCOVA del peso de nacimiento se introdujo el de la placenta.

Por otro lado, se realizó un ANOVA de medidas repetidas para evaluar el peso del bebé al nacer y al año de edad entre el GI y el GC. Adicionalmente se llevó a cabo un ANCOVA para ajustar

por las posibles variables de confusión (IMC materno y paterno, ganancia de peso materno gestacional, edad gestacional, peso placentario y sexo del recién nacido) (120).

Para realizar comparaciones entre grupos en las variables categóricas, se utilizó la prueba de Chi-cuadrado para examinar el peso de nacimiento (bajo, normal, macrosómico) y la edad gestacional al nacer (pretérmino, término, postérmino).

El análisis se realizó por protocolo y por intención a tratar para las variables principales (121).

El análisis por protocolo se realizó con los datos recopilados. El análisis por intención a tratar se realizó por el procedimiento de imputación múltiple del programa SPSS, imputándose los valores de los datos perdidos automáticamente (cinco imputaciones) y calculándose el promedio de los cinco archivos. El procedimiento de imputación múltiple no se realizó para la variable de peso de nacimiento por no existir valores perdidos.

El análisis estadístico fue realizado mediante el software de datos del Paquete Estadístico de Ciencias Sociales (SPSS), versión 20.0.

3.11 Cálculo del tamaño muestral

3.11.1 Tamaño muestral para el enfoque psicológico

Para detectar una reducción del 25 % en el porcentaje de mujeres con riesgo de depresión postparto en el GI en comparación con el GC, con un nivel de significación bilateral del 5 % y una potencia del 80 %, fue necesario un tamaño muestral de 50 mujeres embarazadas por grupo, dada una tasa prevista de abandono del 15 % (122).

3.11.2 Tamaño muestral para el enfoque fisiológico

Para detectar una diferencia de al menos 70 g en el peso de la placenta entre grupos, asumiendo una alternativa bilateral y considerando una desviación estándar de 89 g basada en un estudio previo (75), con una potencia del 80 % y un riesgo α de 0,05, fue necesario un tamaño muestral de 30 participantes por grupo, dado un índice de abandono previsto del 15 %.

4. RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1 Muestra de estudio

Un total de 208 mujeres contactaron con los investigadores. Ciento veinticuatro mujeres embarazadas cumplieron los criterios de inclusión y se asignaron al azar al GI ($n = 70$) y al GC ($n = 54$). Después de la aleatorización, 3 participantes no finalizaron el estudio en el GC, por pérdida del interés (1), pérdida del contacto (1) y aborto tardío (1). No se produjo ninguna pérdida de seguimiento entre las participantes del GI (Figura 8).

A la hora de llevar a cabo el análisis de datos por protocolo, la muestra varió en función de los datos perdidos en cada una de las variables analizadas:

- En referencia al cuestionario CES-D, adicionalmente a las participantes que no finalizaron el estudio, 2 participantes del GC no completaron el cuestionario en la semana 38 de embarazo, y 4 participantes no lo completaron ni en la semana 38 ni a las 6 semanas postparto. Una participante del GI no completó el cuestionario en la semana 6 posparto.
- En referencia a la variable peso de nacimiento, los datos perdidos coincidieron con las participantes que no finalizaron el estudio, contando por lo tanto con una muestra de 51 en el GC y de 70 en el GI.
- En cuanto a la variable peso de la placenta, se perdieron los datos de 31 participantes en el GC y de 16 participantes en el GI. Por lo tanto, la variable índice de peso feto-placentario se vio afectada del mismo modo, coincidiendo la muestra analizada con la del peso placentario.

Para el análisis por intención de tratar, todas las participantes se tuvieron en cuenta siguiendo el procedimiento mencionado en la sección de métodos.

Figura 8. Diagrama de flujo

4.2 Características maternas

4.2.1 Características maternas generales

Los datos personales de todas las participantes se recogieron al comienzo del estudio (Tabla 11) y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de estudio en ninguna de las variables ($p > 0,05$).

Tabla 11. Características maternas generales al inicio del estudio

	Grupo Intervención (n = 70)	Grupo Control (n = 54)
Edad materna (años)	33,3 ± 2,9	32,3 ± 5,0
IMC (kg/m ²)	23,0 ± 3,7	23,9 ± 5,0
Tiempo de caminar (min/semana)	414,4 ± 401,7	418,0 ± 461,1
Tiempo en pie (min/día)	242,6 ± 144,0	216,9 ± 137,9
Categoría IMC, n (%)		
Bajo Peso	5 (7,1)	4 (7,4)
Normopeso	50 (71,4)	35 (64,8)
Sobrepeso	9 (12,9)	8 (14,8)
Obesidad	6 (8,6)	7 (13,0)
Actividad ocupacional, n (%)		
Desempleada/Ama de casa	16 (22,9)	12 (22,2)
Trabajo sedentario	32 (45,7)	22 (40,7)
Trabajo activo	22 (31,4)	20 (37,0)

Nivel de educación finalizada, n (%)

Educación obligatoria	6 (8,6)	3 (5,6)
Bachillerato / FP	30 (42,9)	22 (40,7)
Universitaria	34 (48,6)	29 (53,8)

Paridad, n (%)

Ninguno	49 (70,0)	40 (74,1)
1	21 (30,0)	14 (25,9)

Fumadora antes del embarazo, n (%)

Si	18 (25,7)	22 (40,7)
No	52 (74,3)	32 (59,3)

Fumadora durante el embarazo, n (%)

Si	5 (7,1)	8 (14,8)
No	64 (91,4)	45 (83,8)

Aborto espontaneo previo, n (%)

Ninguno	55 (78,6)	42 (77,8)
1	8 (11,4)	10 (18,5)
2	7 (10,0)	2 (3,7)

No se encontraron diferencias significativas entre grupos al inicio del estudio ($p > 0,05$)

Los datos están expresados como $\bar{X} \pm DE$ excepto cuando se indique de otra forma

4.2.2 Características maternas relativas a la depresión

En cuanto a las variables de depresión (Tabla 12), no se identificaron diferencias significativas en el porcentaje de mujeres que iniciaron el estudio con riesgo de depresión prenatal según el cuestionario CES-D (20,0 % vs. 18,5 %; $\chi^2 = 0,043$; $p = 0,836$). Igualmente, ambos grupos comenzaron el estudio sin diferencias significativas en la puntuación del CES-D ($t_{122} = 0,724$; $p = 0,470$).

En referencia a depresiones postparto sufridas con anterioridad, no se encontraron diferencias entre grupos de estudio, siendo en ambos la frecuencia igual a cero.

Tabla 12. Características maternas relativas a la depresión al inicio del estudio

	Grupo Intervención (n = 70)	Grupo Control (n = 54)
Puntuación CES-D, $\bar{X} \pm DE$	11,0 $\pm$ 7,7	10,06 $\pm$ 6,8
Riesgo de depresión, n (%)		
Si	14 (20,0)	10 (18,5)
No	56 (80,0)	44 (81,5)
Depresión postparto previa, n (%)	0 (0,0)	0 (0,0)

4.2.3 Características maternas relativas al nivel de ejercicio físico

En referencia al nivel de ejercicio físico materno (Tabla 13), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los hábitos de ejercicio realizado el año previo al embarazo entre los dos grupos de estudio ($\chi^2 = 5,471$; $p = 0,140$).

De igual modo, no se encontraron diferencias significativas en los hábitos de ejercicio físico durante el embarazo entre ambos grupos ($\chi^2 = 2,214$; $p = 0,529$), excluyendo el ejercicio desarrollado en el programa de intervención (GI).

Tabla 13. Características maternas relativas al nivel de ejercicio físico

	Grupo Intervención (n = 70)	Grupo Control (n = 54)
Hábitos de ejercicio físico previo, n (%)		
Sedentarismo	8 (11,4)	11 (20,4)
Actividad puntual	22 (31,4)	21 (38,9)
Actividad 2 días/semana	22 (31,4)	16 (29,6)
Alta actividad 3-4 días/semana	18 (25,7)	6 (11,1)
Atleta de élite o competición	0 (0,0)	0 (0,0)
Hábitos de ejercicio físico durante el embarazo, n (%)		
Sedentarismo	25 (35,7)	25 (47,2)
Actividad puntual	29 (41,4)	17 (32,1)
Actividad 2 días/semana	13 (18,6)	10 (18,9)
Alta actividad 3-4 días/semana	3 (4,3)	1 (1,9)
Atleta de élite o competición	0 (0,0)	0 (0,0)

4.3 Características paternas

Los datos referentes al IMC paterno no mostraron diferencias significativas entre grupos ($p > 0,05$) (Tabla 14).

Tabla 14. Características paternas referentes al Índice de Masa Corporal

	Grupo Intervención	Grupo Control
	(n = 68)	(n = 46)
IMC (kg/m ²), $\bar{X} \pm DE$	25,29 $\pm$ 3,1	26,28 $\pm$ 3,1
Categoría IMC, n (%)		
Bajo Peso	0 (0,0)	0 (0,0)
Normopeso	37 (54,4)	17 (37,0)
Sobrepeso	26 (38,2)	23 (50,0)
Obesidad	5 (7,4)	6 (13,0)

4.4 Adherencia al programa de ejercicio y abandono del estudio

Entre las 70 participantes del GI, el promedio de asistencia al programa fue del 69,3% (alrededor de 50 sesiones). Individualmente, el 65,7% (n = 46) de las participantes asistió a más del 70,0 % de las sesiones, el 22,8% (n = 16) asistió entre el 30,0 % – 55,0 % y el 11,4 % (n = 8) asistió a menos del 30,0 %.

En cuanto a la tasa de abandono, se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de participantes que no finalizaron el estudio ($\chi^2 = 3,99$; p = 0,046), siendo del 5,6 % (n = 3) en el GC, comparado con el 0,0 % (n = 0) en el GI.

En referencia al porcentaje de valores perdidos, se encontraron diferencias significativas entre grupos en todas las variables principales. En el cuestionario CES-D se encontraron diferencias en el porcentaje de cuestionarios no contestados, tanto en la semana 38 de embarazo ($\chi^2 = 12,58$; p < 0,001), con una pérdida del 16,7 % (n = 9) en el GC frente al 0,0 % (n = 0) en el GI, como en la semana 6 postparto ($\chi^2 = 6,72$; p = 0,010), con una pérdida del 13,0 % (n = 7) en el GC frente al 1,4 % (n = 1) en el GI. Igualmente, se encontraron diferencias significativas cuando se realizó el cálculo en función del número de valores perdidos en alguno de los cuestionarios ($\chi^2 = 12,51$; p < 0,001), con un 20,4 % (n = 11) en el GC, frente a un 1,4 % (n = 1) en el GI, así como cuando se analizó el número de mujeres que no completaron ninguno de los cuestionarios ($\chi^2 = 6,75$; p = 0,009), con un 9,3 % (n = 5) en el GC frente a un 0,0 % (n = 0) en el GI.

En el porcentaje de valores perdidos en la variable peso placentario, se encontraron diferencias significativas entre grupos ($\chi^2 = 20,38$; p < 0,001), con un 63,0 % (n = 34) en el GC frente al 22,9 % (n = 16) en el GI.

El porcentaje de valores perdidos en el peso de nacimiento fue el mismo que la tasa de abandono.

4.5 Resultados de perspectiva psicológica: la depresión perinatal

4.5.1 Análisis de los resultados obtenidos en el cuestionario CES-D

El porcentaje de mujeres con riesgo de depresión fue significativamente menor en el GI en comparación con el GC en la semana 38 de embarazo (18,6 % vs. 35,6 %; $\chi^2 = 4,190$; $p = 0,041$) y a las 6 semanas postparto (14,5 % vs. 29,8 %; $\chi^2 = 3,985$; $p = 0,046$) en el análisis por protocolo (Figura 9). Sin embargo, se encontraron diferentes resultados en el análisis por intención a tratar según el método utilizado: No se encontraron diferencias significativas entre grupos en el análisis de imputación simple en la semana 38 de embarazo (18,6 % vs. 33,3 %; $\chi^2 = 3,543$; $p = 0,060$) ni a las 6 semanas postparto (15,7 % vs. 29,6 %; $\chi^2 = 3,465$; $p = 0,063$). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en el análisis de imputación múltiple en la semana 38 (18,6 % vs. 34,4 %; $\chi^2 = 4,085$; $p = 0,049$), pero no se encontraron diferencias a las 6 semanas postparto (17,1 % vs. 30,72 %; $\chi^2 = 3,202$; $p = 0,079$) (Tabla 15).

Figura 9. Riesgo de depresión en el análisis por protocolo

Tabla 15. Incidencia de la depresión en el periodo perinatal según el cuestionario CES-D

	Grupo Intervención	Grupo Control	p	Diferencia de porcentajes (IC 95%)
<i>Mujeres con riesgo de depresión en el análisis por protocolo, n (%)</i>				
Inicio del estudio (n = 124)	14 (20,0)	10 (18,5)	0,836	1,5 (- 15,0 a 13,0)
Semana 38 de embarazo (n = 115)	13 (18,6)	16 (35,6)	0,041	17,0 (0,7 a 33,4)
Semana 6 postparto (n = 116)	10 (14,5)	14 (29,8)	0,046	15,3 (0,2 a 30,9)
<i>Mujeres con riesgo de depresión en el análisis por intención a tratar (n = 124), n (%)</i>				
<i>Análisis de imputación simple</i>				
Inicio del estudio	14 (20,0)	10 (18,5)	0,836	1,5 (- 15,0 a 13,0)
Semana 38 de embarazo	13 (18,6)	18 (33,3)	0,060	14,7 (- 0,6 a 30,0)
Semana 6 postparto	11 (15,7)	16 (29,6)	0,063	13,9 (- 0,8 a 28,7)
<i>Análisis de imputación múltiple</i>				
Inicio del estudio	14 (20,0)	10 (18,5)	0,836	1,5 (- 15,0 a 13,0)
Semana 38 de embarazo	13 (18,6)	19* (34,4)	0,049	15,8 (0,4 a 31,1)
Semana 6 postparto	12 (17,1)	17* (30,7)	0,079	13,6 (- 1,4 a 28,6)

CES-D: Center for Epidemiological Studies-Depression Scale

* Estos valores reflejan la media de 5 archivos; los valores reales son 18,6 y 16,6

4.5.2 Análisis estratificado de los resultados obtenidos en el cuestionario CES-D

Cuando se estratificó en función de la ganancia de peso gestacional (adecuada o excesiva), se encontró que entre las mujeres que tuvieron una ganancia de peso excesiva, el GC tuvo un porcentaje significativamente mayor de mujeres con riesgo de depresión en la semana 38 ($\chi^2 = 9,489$; $p = 0,002$) y a las 6 semanas postparto ($\chi^2 = 5,202$; $p = 0,023$). Sin embargo, no se encontraron diferencias entre las mujeres con una ganancia de peso adecuada ($p > 0,05$).

Tras la estratificación realizada en función del IMC previo al embarazo, se detectó que el porcentaje de mujeres con riesgo de depresión fue significativamente menor en el GI que en el GC en la semana 38 de embarazo entre las mujeres con normopeso ($\chi^2 = 4,688$; $p = 0,030$). No se encontraron otras diferencias en el porcentaje de mujeres con riesgo de depresión de acuerdo con el IMC previo al embarazo, ni en la semana 38 y ni a las 6 semanas postparto ($p > 0,05$).

4.5.3 Análisis de las puntuaciones obtenidas en el cuestionario CES-D

En referencia a la puntuación del cuestionario CES-D, se encontró un efecto de tratamiento significativo en el análisis por protocolo ($F_{2,220} = 3,798$; $p = 0,024$). Se encontraron diferencias significativas en la interacción grupo-tiempo entre el inicio del estudio (semana 12-16 de embarazo) y 6 semanas después del parto ($p = 0,014$), pero no se encontraron diferencias significativas entre el inicio y la semana de embarazo 38 de embarazo ($p = 0,066$).

También se encontró un efecto de tratamiento significativo en el análisis por intención a tratar de imputación simple ($F_{2,244} = 3,351$; $p = 0,037$). Se encontraron diferencias significativas en la interacción grupo-tiempo entre las puntuaciones del CES-D al inicio y en la semana 38 de embarazo ($p = 0,046$), y entre el inicio y la semana 6 postparto ($p = 0,025$), con la obtención de

una menor puntuación del CES-D en el GI que en el GC. No se encontraron diferencias significativas en el análisis de imputación múltiple ($F_{2,244} = 2,828$; $p = 0,067$) (Figura 9).

Tras realizar un ajuste por las posibles variables de confusión iniciales, se determinó que las covariables IMC, tabaquismo y hábitos de ejercicio físico antes del embarazo no modificaron el efecto del factor de exposición en ninguno de los análisis: Por protocolo ($F_{2,214} = 3,654$; $p = 0,028$); Intención a tratar por imputación simple ($F_{2,238} = 3,422$; $p = 0,034$); Intención a tratar por imputación múltiple ($F_{2,238} = 3,007$; $p = 0,0538$).

Figura 10. Puntuación del cuestionario CES-D

4.6 Resultados de perspectiva fisiológica: el peso feto-placentario

4.6.1 Análisis del peso de la placenta

No se encontraron diferencias significativas entre grupos en el peso de la placenta ($t_{72} = 0,971$; $p = 0,335$) (Tabla 16). Tras realizar un ajuste por las posibles variables de confusión iniciales, se determinó que las covariables el IMC materno y paterno, la ganancia de peso gestacional, la edad gestacional, y el peso y sexo del recién nacido no modificaron el efecto del factor de exposición ($F_{1,63} = 0,178$; $p = 0,675$).

En el análisis por intención a tratar de imputación múltiple no se encontraron diferencias significativas entre grupos ($t_{115} = 0,874$; $p = 0,434$).

4.6.2 Análisis del peso fetal

No se encontraron diferencias significativas entre grupos en el peso del recién nacido ($t_{119} = 0,076$; $p = 0,940$) (Tabla 16). Tras realizar un ajuste por las posibles variables de confusión iniciales, se determinó que las covariables el IMC materno y paterno, la ganancia de peso gestacional, la edad gestacional, el peso de la placenta y el sexo del recién nacido no modificaron el efecto del factor de exposición ($F_{1,63} = 0,513$; $p = 0,476$). Tras proceder a la eliminación de la covariable peso placentario para evitar el aumento el número de valores perdidos, el efecto de exposición no se vio modificado ($F_{1,107} = 1,432$; $p = 0,234$).

De igual modo, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de estudio cuando se clasificó al recién nacido en función de su peso de nacimiento, como pequeño, adecuado o macrosómico ($\chi^2 = 4,142$; $p = 0,126$) (Tabla 17).

4.6.3 Análisis de la relación del peso placentario con el peso de nacimiento

No se encontraron diferencias significativas entre grupos en el índice feto-placentario ($t_{72} = 0,421$; $p = 0,675$) (Tabla 16). Tras realizar un ajuste por las posibles variables de confusión iniciales, se determinó que las covariables el IMC materno y paterno, la ganancia de peso gestacional, la edad gestacional y el sexo del recién nacido no modificaron el efecto del factor de exposición ($F_{1,64} = 0,003$; $p = 0,959$).

En el análisis por intención a tratar de imputación múltiple no se encontraron diferencias significativas entre grupos ($t_{115} = 0,325$; $p = 0,758$).

4.6.4 Análisis de las variables secundarias

4.6.4.1 Análisis del peso del bebé al año

No se encontraron diferencias significativas entre grupos en el peso del bebé al año de edad ($t_{101} = 0,562$; $p = 0,575$) (Tabla 16).

En referencia a la evolución del peso del bebé durante el primer año de vida, la intervención no tuvo un efecto de tratamiento significativo ($F_{1,101} = 0,432$; $p = 0,512$), sin encontrarse por lo tanto diferencias en la interacción entre grupos desde el nacimiento hasta el año de edad. Tras realizar un ajuste por las posibles variables de confusión iniciales, se determinó que las covariables el IMC materno y paterno, la ganancia de peso gestacional, la edad gestacional, el peso de la placenta y el sexo del recién nacido no modificaron el efecto del factor de exposición ($F_{1,58} = 1,328$; $p = 0,254$). Igualmente, tras la eliminación de la covariable peso placentario para evitar el aumento el número de valores perdidos, el efecto de exposición no se vio modificado ($F_{1,95} = 0,083$; $p = 0,774$).

4.6.4.2 Análisis de la edad gestacional en el momento del parto

No se encontraron diferencias significativas entre grupos en la edad gestacional en el momento del parto ($t_{119} = 0,916$; $p = 0,338$) (Tabla 16). Siguiendo la misma línea, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de estudio cuando se clasificó el parto según la edad gestacional como pretérmino, término o postérmino ($\chi^2 = 0,735$; $p = 0,692$) (Tabla 17).

Tabla 16. Media y Desviación Estándar de las variables fisiológicas

	Grupo Intervención	Grupo Control	Diferencia de medias (IC 95 %)
Peso placenta (g) (n = 74)	501,22 ± 128,2	470,15 ± 104,2	31,1 (- 94,9 a 32,7)
Peso del recién nacido (g) (n = 121)	3.175,4 ± 430,0	3.182,1 ± 542,0	6,7 (- 168,4 a 181,8)
Índice PN/PP (n = 74)	6,6 ± 1,3	6,7 ± 1,0	0,1 (- 0,5 a 0,8)
Peso bebe al año (g) (n = 103)	9.390,9 ± 1.161,3	9.519,3 ± 1.076,7	128,4 (- 324,6 a 581,3)
Edad gestacional (días) (n = 121)	277,7 ± 11,0	275,7 ± 11,8	2 (- 6,1 a 2,1)

Los datos están expresados como $\bar{X} \pm DE$

Tabla 17. Porcentajes de las variables fisiológicas

	Grupo Intervención (n = 70)	Grupo Control (n = 51)
Peso del recién nacido, n (%)		
Pequeño	4 (5,7)	7 (13,7)
Adecuado	64 (91,4)	40 (78,4)
Macrosómico	2 (2,9)	4 (7,8)
Edad gestacional de parto, n (%)		
Pretérmino	4 (5,7)	3 (5,9)
Término	65 (92,9)	48 (94,1)
Postérmino	1 (1,4)	0 (0,0)

5. DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

5.1 Perspectiva general

El presente estudio buscó examinar algunos de los múltiples efectos que el ejercicio físico tiene durante el embarazo, abarcando dos importantes ámbitos en los que éste puede tener grandes beneficios: el ámbito fisiológico y el ámbito psicológico. De forma general, el ejercicio físico ha sido asociado a importantes beneficios en la salud, y en las últimas décadas el conocimiento sobre su impacto en la mujer gestante y en la salud fetal ha crecido exponencialmente, pasando de recomendaciones generales de reposo durante todo el periodo gestacional a la creación de guías para la prescripción de ejercicio físico durante el embarazo y el postparto (51). Sin embargo, aunque cada vez con menos frecuencia, aún es habitual que la práctica de ejercicio se limite a lograr objetivos meramente físicos, dejando de lado la importancia de los beneficios que causa a nivel fisiológico, pero más aún los de índole psicológica. Por ello, este ECA examinó el efecto que el ejercicio puede tener en la prevención de determinadas alteraciones que pueden sufrirse durante el embarazo, como la depresión perinatal, o como bajos o altos índices en la relación entre el peso de nacimiento y el peso placentario, los cuales se asocian a mayores índices de morbilidad y mortalidad perinatal y al desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (109, 110, 123).

Los hallazgos de este estudio apoyan a la creciente literatura científica en este ámbito, demostrando que el ejercicio físico durante el embarazo no solo no es perjudicial, si no que produce beneficios, y revela resultados novedosos demostrando efectos favorables del ejercicio físico realizado durante el embarazo en la depresión prenatal y postparto.

5.2 Perspectiva psicológica: la depresión perinatal

Como parte principal de este ECA se examinó el efecto del ejercicio físico durante el embarazo sobre la incidencia en el riesgo de depresión perinatal, basándose en los resultados obtenidos mediante el cuestionario CES-D.

Dado que la población embarazada tiene un mayor riesgo de sufrir depresión, este estudio tuvo como objetivo reducir la incidencia de depresión a través del ejercicio prenatal. En efecto, la prevalencia de mujeres con depresión posparto fue menor entre aquellas gestantes que asistieron al programa de ejercicio. Además, como algunos ECA ya han demostrado (37, 38, 40), los resultados de este estudio confirman que una intervención basada en ejercicio físico disminuye la probabilidad de depresión prenatal. Mientras que el porcentaje de mujeres deprimidas tendió a aumentar entre las participantes del GC desde el comienzo hasta el final del estudio, este porcentaje disminuyó entre las mujeres que participaron en el programa de ejercicio, y la misma tendencia se presentó en la puntuación del cuestionario CES-D.

La razón por la que no se encontraron diferencias significativas en la incidencia de depresión en el análisis por intención a tratar de imputación simple puede deberse al hecho de que la mayoría de las mujeres que no completaron el cuestionario pertenecían al GC. Debido a que el método seguido para realizar la imputación simple consistió en introducir el porcentaje de todo el grupo para asignar nuevos valores en las variables perdidas, las diferencias entre los grupos disminuyeron. Siguiendo esta misma línea, aunque no se encontraron diferencias significativas en la mayoría de los análisis por intención a tratar, todos mostraron una tendencia similar. Por lo tanto, un tamaño muestral más grande podría dar lugar a diferencias significativas.

Del mismo modo, no se encontraron diferencias entre los grupos de acuerdo con el IMC pregestacional materno, excepto entre las mujeres que presentaban un peso normal, mostrando un menor riesgo de depresión aquellas que participaron en el programa de ejercicio. Esto puede deberse al pequeño tamaño muestral cuando los datos se estratificaron, siendo particularmente escaso en las categorías de IMC bajo y alto, con una muestra menor de 10 en cada uno de los grupos.

Entre la literatura científica relativa al ejercicio y la depresión perinatal, algunos ECA han encontrado que el ejercicio durante el postparto puede ser un buen protector contra la depresión posnatal (44), e incluso un tratamiento factible en mujeres con depresión postparto (41, 124). Sin embargo, una intervención de ejercicio administrada durante el embarazo puede promover la prevención de la depresión prenatal y de la depresión postparto. En efecto, el presente estudio confirma que el ejercicio prenatal puede reducir el riesgo de sufrir sintomatología depresiva en mujeres embarazadas, las cuales tienen un alto riesgo de depresión pre y posnatal.

Por el contrario, otros dos ECA estudiaron el efecto del ejercicio durante el embarazo en la depresión posparto y no encontraron mejorías en los síntomas depresivos (46, 48). En el estudio de Songøygard (48), la intervención fue más corta (12 semanas) y se realizó entre la semana 20 y 36 de embarazo. Aunque la intervención consistió en 3 sesiones semanales, solo una era de asistencia presencial, con los otros dos días restantes de ejercicios realizados en el hogar de forma independiente. Sin embargo, se encontró una alta prevalencia de mujeres con riesgo de depresión en el subgrupo de mujeres del GC que no se ejercitaban regularmente antes del embarazo. Por otro lado, el estudio de Mohammadi (46) estaba formado por 3 grupos: un GC y 2 GI. Sin embargo, a pesar de que uno de los grupos participó en la intervención durante el embarazo y durante el postparto, no encontraron diferencias significativas entre grupos. Esto

podría deberse a que la intervención consistió en una sesión de 40 minutos en la que se recomendó hacer ejercicio tres días a la semana, pero no hubo sesiones guiadas ni estructuradas, y a través de llamadas telefónicas, la mayoría de las participantes informaron de que no se ejercitaron regularmente. Además, ambos estudios usaron un cuestionario diferente que en el presente ECA.

Por lo tanto, este estudio supone una contribución importante a la creciente literatura sobre los beneficios del ejercicio para los resultados de salud mental, centrándose en las mujeres embarazadas, entre las que el riesgo de sufrir sintomatologías depresivas es mayor que en la población general. En consecuencia, el ejercicio debería ser un componente fundamental en la promoción de la salud psicológica de las mujeres durante el período perinatal.

5.3 Perspectiva fisiológica: el peso feto-placentario

Dentro de la gran multitud de adaptaciones fisiológicas que produce el ejercicio realizado de forma regular, sumado a los múltiples cambios que se producen durante el periodo gestacional, este ECA se centró en el estudio del efecto de un programa de ejercicio físico realizado durante el embarazo sobre variables feto-placentarias relativas al peso. La relevancia clínica del peso del recién nacido y del peso de la placenta radica en su importancia como medidores del crecimiento feto-placentario (81, 87, 114, 125), puesto que los índices de relación entre ambos pesos predicen la morbilidad y la mortalidad perinatal. Además, el dato del peso de nacimiento, por sí mismo, es un importante indicador del ambiente intrauterino y de la salud materna y neonatal. Por otro lado, puesto que la placenta tiene una gran influencia sobre el crecimiento y peso del feto hasta el nacimiento, su peso también es utilizado como indicador de resultados del embarazo, así como de morbilidad y mortalidad infantil temprana (116, 126).

El principal hallazgo de este estudio fue que el ejercicio físico moderado y supervisado realizado durante el embarazo no afecta al índice de peso feto-placentario ni al peso de la placenta. De igual forma, no se encontraron diferencias entre grupos en el peso del recién nacido, coincidiendo con los resultados de otros estudios (127, 128).

Tampoco se encontraron diferencias significativas entre grupos en las variables secundarias de edad gestacional en el momento del parto tal y como varios estudios concluyen (129, 130), ni en el peso del bebé al año de edad. Por lo tanto, los resultados de este estudio permiten afirmar que el ejercicio desarrollado durante el embarazo es seguro para la salud materna y fetal, sin producir efectos adversos en otros resultados del embarazo. El riesgo de parto pretérmino o de gestación cronológicamente prolongada no se vio aumentado de un grupo a otro, siendo el porcentaje de mujeres que dieron a luz a término mayor del 92 % en ambos grupos.

El interés por llevar a cabo este estudio radica en la importancia de asegurar la ausencia de una relación causa-efecto negativa entre el ejercicio regular durante el embarazo y el peso placentario, mediante la cual el peso de la placenta se vería reducido, con el consecuente riesgo de disminución del transporte materno-fetal que tiene lugar a través de este órgano. Este hecho, a su vez, podría poner en riesgo las necesidades de nutrición y de oxigenación fetal, resultando en una elevada segregación de insulina y en un inadecuado crecimiento fetal (131).

La ausencia de un efecto provocado por el ejercicio físico encontrada por este estudio, tanto en el peso del recién nacido como en el peso de la placenta, y de igual forma en el índice feto-placentario, permite afirmar que el ejercicio desarrollado durante el embarazo por gestantes sanas no supone un riesgo para el crecimiento feto-placentario. En referencia a los resultados del peso del recién nacido, cabe destacar que, aunque la diferencia de la media entre grupos fue de 6,7 g, a la hora de clasificar el peso de los recién nacidos como pequeño, adecuado o

macrosómico, las mujeres del GI tuvieron más bebés con un peso adecuado (91,4 %) que las mujeres del GC (78,4 %). Por lo tanto, y a pesar de no haber encontrado diferencias significativas, estos resultados podrían llevar a especular que, si el ejercicio físico durante el embarazo tuviese algún efecto sobre el peso de nacimiento, éste podría ser un efecto beneficioso, adecuando el peso del recién nacido. Además, el porcentaje de macrosomía fetal en el GI se encontró por debajo de la incidencia reportada por múltiples estudios, la cual oscila entre el 5,3 y 16,4 % (132, 133), frente al 2,9 % de bebés macrosómicos entre las mujeres del grupo activo de este estudio.

En referencia a los datos de perspectiva fisiológica obtenidos en este estudio, es importante destacar que los resultados del embarazo de las participantes, a nivel general, fueron bastante óptimos, tanto para las mujeres del GI como para las del GC. Por lo tanto, la muestra de estudio podría ser objeto de discusión, pudiendo especular que una gran parte de las mujeres interesadas en participar en el estudio tenían cierta inclinación o interés por la práctica de ejercicio físico. Sin embargo, con el fin de conocer la involucración de las participantes en actividades físico-deportivas antes del embarazo, al inicio del estudio, todas las mujeres respondieron al cuestionario en el que se recogieron las características maternas, entre las que se encontraban los hábitos de ejercicio físico. De este cuestionario se pudo ver que no existían diferencias entre grupos, con más de un 40 % de mujeres sedentarias en ambos grupos, y que además no se trataba de una muestra especialmente inclinada hacia ninguno de los lados, refiriéndose a lados como sedentario o activo. No obstante, estos datos se referían al año previo al embarazo, por lo que se desconoce si las participantes del estudio habían sido activas en años más tempranos de su vida.

En referencia a las mujeres que se mostraron interesadas en participar pero que finalmente declinaron o fueron excluidas, cabe resaltar que la causa de declinación o exclusión fue recogida,

pero no se recopilaron datos sobre su ejercicio física previo, por lo que no fue posible determinar si las causas, especialmente en cuanto a las que cumplían los criterios de inclusión pero decidieron no participar, tenían alguna relación con sus hábitos de ejercicio previo. En cuanto a las mujeres a las que se les dio la información sobre el estudio en la consulta de ginecología y obstetricia pero no se pusieron en contacto con los investigadores, no existen datos, por lo que se desconocen cuáles fueron las causas por las que no mostraron interés por el estudio.

Por lo tanto y de igual manera, el peso placentario obtenido de la muestra de estudio fue, en términos generales, adecuado, sin encontrar valores extremos. Sin embargo, entre los estudios que examinaron el efecto del ejercicio durante el embarazo en factores como el peso o el crecimiento placentario los resultados difieren. Un reciente estudio prospectivo evaluó la asociación entre la frecuencia en la realización de ejercicio y el peso placentario, y determinó que a mayor frecuencia, el peso placentario se vio reducido (101). Sin embargo, las diferencias se encontraron entre las mujeres sedentarias y las mujeres que realizaron ejercicio 6 o más veces por semana, por lo que se trata de una frecuencia elevada. Además, a pesar de encontrar la mencionada asociación, concluyeron que la diferencia podía no tener implicaciones clínicas.

Por el contrario, algunos estudios experimentales han encontrado el efecto opuesto, concluyendo que el ejercicio durante el embarazo estimula el crecimiento feto-placentario (103) y el peso placentario (102). Estas aparentes controversias parecen deberse a que el aumento o disminución de algunas de las variables feto-placentarias que conciernen al peso, volumen o crecimiento, depende de factores como la frecuencia, el volumen o el tipo de ejercicio desarrollado, tal y como muestran los estudios desarrollados por Clapp y col. (100, 104). Por lo tanto, el programa de ejercicio desarrollado en el presente ECA parece cumplir unos valores óptimos de frecuencia, intensidad, tiempo y tipo de ejercicio que mantienen un adecuado peso feto-placentario.

6. CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

1. Un programa de ejercicio físico de intensidad moderada realizado de forma regular desde el comienzo del segundo trimestre hasta el final del embarazo puede reducir el riesgo de depresión prenatal en la etapa final del embarazo.
2. Un programa de ejercicio físico realizado durante el embarazo puede disminuir el riesgo de depresión postparto inmediato.
3. La práctica regular de ejercicio físico durante el embarazo no ha producido cambios significativos en el índice de peso feto-placentario, desde los resultados parciales proporcionados por este estudio.
4. La práctica regular de ejercicio físico durante el embarazo no produce cambios en el peso del recién nacido.
5. El programa de ejercicio físico realizado parece no producir cambios significativos en el peso de la placenta, aunque esta variable debe ser estudiada en mayor profundidad debido a los resultados parciales que ha aportado este estudio.
6. El programa de ejercicio desarrollado durante el embarazo es seguro para la salud materna y fetal, sin producir efectos adversos en otros resultados del embarazo.
7. El programa de ejercicio físico realizado no produce cambios en la ganancia de peso durante el primer año de edad.

7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

7. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una de las limitaciones del presente estudio fue la diferencia del tamaño muestral entre grupos, que puede explicarse por el método de aleatorización simple utilizado (120). Sin embargo, a la hora de llevar a cabo el análisis estadístico por protocolo, la diferencia de tamaño entre grupos se vio aumentada debido a la existencia de una diferencia significativa en la tasa de abandono entre los dos grupos, produciendo un aumento de valores perdidos entre las participantes del GC. Este hecho podría deberse a la pérdida de interés en el estudio entre las mujeres en el GC debido a la falta de seguimiento, que fue de 6 visitas en comparación con las más de 50 del GI.

Por otro lado, entrando a valorar la perspectiva de estudio de la depresión, más allá de los efectos fisiológicos, los aspectos psicológicos son también una parte innata del ejercicio físico. Sin embargo, como una limitación del presente estudio, el hecho de que las sesiones fueran en grupo podría tener un impacto preventivo en la sintomatología depresiva, ya que estas clases también promueven la socialización.

En consecuencia, una posible propuesta que acabaría con estas limitaciones sería que las mujeres del GC participaran en reuniones grupales con una frecuencia establecida, lo que además de reducir la diferencia en cuanto al aspecto socializador, implicaría en mayor manera a las participantes de este grupo en el estudio, lo cual podría disminuir la tasa de abandono entre las participantes del GC, así como la pérdida de datos.

Otro factor, tal vez no tan limitante del presente estudio, pero con grandes vistas a futuras líneas de investigación, sería el hecho de que la depresión posparto solo se midió a las 6 semanas después de dar a luz, por lo que no tenemos información sobre los siguientes 11 meses en los que la depresión puede permanecer latente.

En cuanto a la perspectiva del peso feto-placentario, la limitación principal de este estudio fue el gran número de valores perdidos para una de las variables principales como es el peso de la placenta. A pesar de haber obtenido el 100% de los datos con respecto al peso de nacimiento, la falta de datos con respecto a la placenta limita el estudio a unos resultados parciales. Esta limitación es de gran importancia, puesto que más allá de no disponer del peso placentario de todas las participantes, no se ha podido calcular el índice de peso feto-placentario de todas aquellas de las que se no se tomaron los datos de la placenta. Aunque la presencia de valores perdidos es un problema común a cualquier investigación, no puede ser ignorado en el análisis de datos, pues además de la pérdida de potencia del estudio que ello implica, puede dar lugar a la aparición de importantes sesgos. Esto se debe a que puede producirse la ausencia de datos de sujetos con ciertas características, lo cual limita la representatividad o la validez externa de los resultados del estudio. Sin embargo, la causa aparente de la pérdida de los datos correspondientes a la placenta no ha sido otra que la descoordinación, por lo que podría seguir un patrón aleatorio. No obstante, con el fin de obtener unos resultados válidos, se realizó un análisis complementario mediante la imputación múltiple de los valores perdidos, el cual tampoco dio lugar a diferencias significativas.

Otra de las limitaciones del presente estudio fue que, a pesar de intentar medir la mayor parte de las posibles variables de confusión, tanto pregestacionales (IMC materno y paterno, hábitos previos de ejercicio físico, tabaquismo, diabetes crónica, etc.) como del propio embarazo y parto (edad gestacional, ganancia de peso materno, sexo del bebé) no se midió la nutrición materna, la cual podría tener una importante influencia en aspectos como la ganancia de peso durante el embarazo o el desarrollo de diabetes gestacional, y a su vez en el peso fetal y placentario.

8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

8. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

De cara a futuros estudios en torno al ámbito psicológico, sería aconsejable que las participantes del GC tuvieran unas condiciones de socialización similares a las del GI, por medio de reuniones grupales a las que pudieran asistir con cierta frecuencia. Además, esto facilitaría una mayor implicación de las mujeres del GC con el estudio, y aumentaría el contacto directo con los investigadores, facilitando la medición y recogida de datos.

También sería interesante examinar los efectos del ejercicio físico desarrollado de forma individual en la depresión perinatal y evaluar la motivación que las gestantes tienen ante este tipo de actividad, para conocer así las preferencias de esta población.

Por otro lado, el desarrollo de nuevos estudios de investigación es necesario para determinar si el ejercicio durante el embarazo puede prevenir la depresión postparto a largo plazo, pues durante los 11 siguientes meses a los dos ya estudiados en este ECA, este trastorno psicológico puede permanecer latente. Asimismo, es necesario estudiar el ejercicio durante el embarazo no solo como un agente preventivo, sino como un tratamiento entre las mujeres embarazadas que sufren depresión desde el comienzo de su embarazo.

En cuanto al ámbito fisiológico, debido a las existentes limitaciones de tiempo y de recursos, este estudio solo ha podido evaluar el crecimiento infantil hasta el primer año de vida, con datos aún parciales del segundo año. Por lo tanto, más allá del peso feto-placentario, deben llevarse a cabo futuros ECA con un mayor tamaño muestral en los que se examine el efecto del ejercicio físico en el peso placentario y su asociación con el crecimiento infantil a más largo plazo.

Por último, desde un punto de vista cualitativo, tendría un gran valor el registro de las charlas finales de cada sesión para poder analizar las sensaciones vividas por las participantes del GI.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pocock G, Richards CD. Fisiología Humana. La base de la medicina. Barcelona: Masson; 2005.
2. Pla CM, Pla JM, Mas BM, Mas PM. Fisiología Médica. Del razonamiento fisiológico al razonamiento clínico. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2011.
3. Wolfe LA, Ohtake PJ, Mottola MF, McGrath MJ. Physiological interactions between pregnancy and aerobic exercise. Exercise and sport sciences reviews. 1989;17:295-351. Epub 1989/01/01.
4. Fernandez SV, Melcón AR, Baron SV. Modificaciones de la sangre en el embarazo. Cambios circulatorios y respiratorios. Alteraciones de los sistemas digestivos y urinario. Sistemas óseo y dientes. Cambios en la piel. Otras modificaciones. Madrid: Tratado de Ginecología, Obstetricia y Medicina de la Reproducción. Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia.; 2003.
5. Barakat R. El ejercicio físico durante el embarazo. Madrid: Pearson Education; 2006.
6. Wolfe LA, Charlesworth SA, Glenn NM, Heenan AP, Davies GA. Effects of pregnancy on maternal work tolerance. Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee. 2005;30(2):212-32. Epub 2005/06/29.
7. Alaily AB, Carrol KB. Pulmonary ventilation in pregnancy. British journal of obstetrics and gynaecology. 1978;85(7):518-24. Epub 1978/07/01.
8. Miguel JD, Sánchez M. Cambios fisiológicos y adaptación materna durante el embarazo. Grupo de trabajo sobre asistencia al embarazo normal. Sección de Medicina Perinatal. In:

Gonzalez EEF, editor.: Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia. Manual de asistencia al embarazo normal; 2001.

9. Medicine Io. Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines. Rasmussen KM, Yaktine AL, editors. Washington DC: National Academy of Sciences.; 2009.

10. Silveira ML, Ertel KA, Dole N, Chasan-Taber L. The role of body image in prenatal and postpartum depression: a critical review of the literature. Archives of women's mental health. 2015;18(3):409-21.

11. Banti S, Mauri M, Oppo A, Borri C, Rambelli C, Ramacciotti D, et al. From the third month of pregnancy to 1 year postpartum. Prevalence, incidence, recurrence, and new onset of depression. Results from the Perinatal Depression–Research & Screening Unit study. Comprehensive psychiatry. 2011;52(4):343-51.

12. Cooper PJ, Murray L. Postnatal depression. BMJ (Clinical research ed). 1998;316(7148):1884-6. Epub 1998/06/19.

13. Downs DS, DiNallo JM, Kirner TL. Determinants of pregnancy and postpartum depression: prospective influences of depressive symptoms, body image satisfaction, and exercise behavior. Annals of behavioral medicine : a publication of the Society of Behavioral Medicine. 2008;36(1):54-63. Epub 2008/09/06.

14. Sexton MB, Flynn HA, Lancaster C, Marcus SM, McDonough SC, Volling BL, et al. Predictors of recovery from prenatal depressive symptoms from pregnancy through postpartum. Journal of women's health (2002). 2012;21(1):43-9. Epub 2011/11/09.

15. Marín-Morales D, Monge FC. Personality P-PC. depressive symptoms during pregnancy and their influence on postnatal depression in Spanish pregnant Spanish women. Anales de Psicología. 2014;30:908-15.

16. Andrews-Fike C. A Review of Postpartum Depression. Primary care companion to the Journal of clinical psychiatry. 1999;1(1):9-14. Epub 2004/03/12.
17. Beck CT. Predictors of postpartum depression: an update. Nursing research. 2001;50(5):275-85. Epub 2001/09/26.
18. O'Hara MW, McCabe JE. Postpartum depression: current status and future directions. Annual review of clinical psychology. 2013;9:379-407. Epub 2013/02/12.
19. Gavin NI, Gaynes BN, Lohr KN, Meltzer-Brody S, Gartlehner G, Swinson T. Perinatal depression: a systematic review of prevalence and incidence. Obstetrics and gynecology. 2005;106(5 Pt 1):1071-83. Epub 2005/11/02.
20. Cunningham M, Zayas LH. Reducing depression in pregnancy: designing multimodal interventions. Social work. 2002;47(2):114-23. Epub 2002/05/22.
21. Daley AJ, Macarthur C, Winter H. The role of exercise in treating postpartum depression: a review of the literature. Journal of midwifery & women's health. 2007;52(1):56-62. Epub 2007/01/09.
22. Marcus SM, Flynn HA. Depression, antidepressant medication, and functioning outcomes among pregnant women. International journal of gynaecology and obstetrics: the official organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics. 2008;100(3):248-51. Epub 2007/11/17.
23. Ascaso Terren C, Garcia Esteve L, Navarro P, Aguado J, Ojuel J, Tarragona MJ. [Prevalence of postpartum depression in Spanish mothers: comparison of estimation by mean of the structured clinical interview for DSM-IV with the Edinburgh Postnatal Depression Scale]. Medicina clinica. 2003;120(9):326-9. Epub 2003/03/21. Prevalencia de la depresion posparto en

las madres espanolas: comparacion de la estimacion mediante la entrevista clinica estructurada y la escala de depresion posparto de Edimburgo.

24. Stowe ZN, Hostetter AL, Newport DJ. The onset of postpartum depression: Implications for clinical screening in obstetrical and primary care. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2005;192(2):522-6. Epub 2005/02/08.
25. Robertson E, Grace S, Wallington T, Stewart DE. Antenatal risk factors for postpartum depression: a synthesis of recent literature. *General hospital psychiatry*. 2004;26(4):289-95. Epub 2004/07/06.
26. Flynn HA, O'Mahen HA, Massey L, Marcus S. The impact of a brief obstetrics clinic-based intervention on treatment use for perinatal depression. *Journal of women's health (2002)*. 2006;15(10):1195-204. Epub 2007/01/04.
27. Freeman MP. Complementary and alternative medicine for perinatal depression. *Journal of affective disorders*. 2009;112(1-3):1-10. Epub 2008/08/12.
28. Buist A, Bilszta J, Barnett B, Milgrom J, Ericksen J, Condon J, et al. Recognition and management of perinatal depression in general practice--a survey of GPs and postnatal women. *Australian family physician*. 2005;34(9):787-90. Epub 2005/09/27.
29. Whitton A, Warner R, Appleby L. The pathway to care in post-natal depression: women's attitudes to post-natal depression and its treatment. *The British journal of general practice : the journal of the Royal College of General Practitioners*. 1996;46(408):427-8. Epub 1996/07/01.
30. Sockol LE, Epperson CN, Barber JP. Preventing postpartum depression: a meta-analytic review. *Clinical psychology review*. 2013;33(8):1205-17. Epub 2013/11/12.
31. Penninx BW, Rejeski WJ, Pandya J, Miller ME, Di Bari M, Applegate WB, et al. Exercise and depressive symptoms: a comparison of aerobic and resistance exercise effects on

emotional and physical function in older persons with high and low depressive symptomatology. The journals of gerontology Series B, Psychological sciences and social sciences. 2002;57(2):P124-32. Epub 2002/02/28.

32. Strawbridge WJ, Deleger S, Roberts RE, Kaplan GA. Physical activity reduces the risk of subsequent depression for older adults. American journal of epidemiology. 2002;156(4):328-34. Epub 2002/08/16.

33. Abraham S, Taylor A, Conti J. Postnatal depression, eating, exercise, and vomiting before and during pregnancy. The International journal of eating disorders. 2001;29(4):482-7. Epub 2001/04/04.

34. Daley AJ, Foster L, Long G, Palmer C, Robinson O, Walmsley H, et al. The effectiveness of exercise for the prevention and treatment of antenatal depression: systematic review with meta-analysis. BJOG : an international journal of obstetrics and gynaecology. 2015;122(1):57-62. Epub 2014/06/18.

35. El-Rafie MM, Khafagy GM, Gamal MG. Effect of aerobic exercise during pregnancy on antenatal depression. International journal of women's health. 2016;8:53-7. Epub 2016/03/10.

36. Gong H, Ni C, Shen X, Wu T, Jiang C. Yoga for prenatal depression: a systematic review and meta-analysis. BMC psychiatry. 2015;15:14. Epub 2015/02/06.

37. Perales M, Cordero Y, Vargas Terrones M, Lucia A, Barakat R. Exercise and depression in overweight and obese pregnant women: A randomised controlled trial 2015.

38. Perales M, Refoyo I, Coteron J, Bacchi M, Barakat R. Exercise during pregnancy attenuates prenatal depression: a randomized controlled trial. Evaluation & the health professions. 2015;38(1):59-72. Epub 2014/05/30.

39. Poudevigne MS, O'Connor PJ. A review of physical activity patterns in pregnant women and their relationship to psychological health. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2006;36(1):19-38. Epub 2006/02/01.
40. 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. Epub 2012/02/22.
41. Da Costa D, Lowensteyn I, Abrahamowicz M, Ionescu-Ittu R, Dritsa M, Rippen N, et al. A randomized clinical trial of exercise to alleviate postpartum depressed mood. *Journal of psychosomatic obstetrics and gynaecology*. 2009;30(3):191-200. Epub 2009/09/04.
42. Dritsa M, Da Costa D, Dupuis G, Lowensteyn I, Khalife S. Effects of a home-based exercise intervention on fatigue in postpartum depressed women: results of a randomized controlled trial. *Annals of behavioral medicine : a publication of the Society of Behavioral Medicine*. 2008;35(2):179-87. Epub 2008/04/01.
43. Ko YL, Yang CL, Chiang LC. Effects of postpartum exercise program on fatigue and depression during "doing-the-month" period. *The journal of nursing research : JNR*. 2008;16(3):177-86. Epub 2008/09/17.
44. Norman E, Sherburn M, Osborne RH, Galea MP. An exercise and education program improves well-being of new mothers: a randomized controlled trial. *Physical therapy*. 2010;90(3):348-55. Epub 2010/01/09.
45. Ersek JL, Brunner Huber LR. Physical activity prior to and during pregnancy and risk of postpartum depressive symptoms. *Journal of obstetric, gynecologic, and neonatal nursing : JOGNN*. 2009;38(5):556-66. Epub 2009/11/04.

46. Mohammadi F, Malakooti J, Babapoor J, Mohammad-Alizadeh-Charandabi S. The effect of a home-based exercise intervention on postnatal depression and fatigue: A randomized controlled trial. *International journal of nursing practice*. 2015;21(5):478-85. Epub 2014/03/14.
47. Nordhagen IH, Sundgot-Borgen J. [Physical activity among pregnant women in relation to pregnancy-related complaints and symptoms of depression]. *Tidsskrift for den Norske laegeforening : tidsskrift for praktisk medicin, ny raekke*. 2002;122(5):470-4. Epub 2002/04/19. Fysisk aktivitet hos gravide i relasjon til svangerskapsplager og depressive symptomer.
48. Songoygard KM, Stafne SN, Evensen KA, Salvesen KA, Vik T, Morkved S. Does exercise during pregnancy prevent postnatal depression? A randomized controlled trial. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica*. 2012;91(1):62-7. Epub 2011/09/02.
49. Katon WJ, Ludman EJ. Improving Services for Women with Depression in Primary Care Settings. *Psychology of Women Quarterly*. 2003;27(2):114-20.
50. Daley A. Exercise and depression: a review of reviews. *Journal of clinical psychology in medical settings*. 2008;15(2):140-7. Epub 2008/12/24.
51. ACOG Committee Opinion No. 650: Physical Activity and Exercise During Pregnancy and the Postpartum Period. *Obstetrics and gynecology*. 2015;126(6):e135-42. Epub 2015/11/26.
52. Bo K, Artal R, Barakat R, Brown W, Davies GA, Dooley M, et al. Exercise and pregnancy in recreational and elite athletes: 2016 evidence summary from the IOC expert group meeting, Lausanne. Part 1-exercise in women planning pregnancy and those who are pregnant. *British journal of sports medicine*. 2016;50(10):571-89. Epub 2016/04/30.
53. Bo K, Artal R, Barakat R, Brown WJ, Davies GAL, Dooley M, et al. Exercise and pregnancy in recreational and elite athletes: 2016/17 evidence summary from the IOC Expert

Group Meeting, Lausanne. Part 3-exercise in the postpartum period. *British journal of sports medicine*. 2017;51(21):1516-25. Epub 2017/06/24.

54. Ferguson B. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* 9th Ed. 2014. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2014;58(3):328-.

55. Barakat R, Pelaez M, Cordero Y, Perales M, Lopez C, Coteron J, et al. Exercise during pregnancy protects against hypertension and macrosomia: randomized clinical trial. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2016;214(5):649.e1-.e8.

56. Barakat R, Pelaez M, Montejo R, Luaces M, Zakyntinaki M. Exercise during pregnancy improves maternal health perception: a randomized controlled trial. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2011;204(5):402 e1-7. Epub 2011/03/01.

57. Brown W. The benefits of physical activity during pregnancy. *Journal of science and medicine in sport*. 2002;5(1):37-45. Epub 2002/06/11.

58. Da Costa D, Rippen N, Dritsa M, Ring A. Self-reported leisure-time physical activity during pregnancy and relationship to psychological well-being. *Journal of psychosomatic obstetrics and gynaecology*. 2003;24(2):111-9. Epub 2003/07/12.

59. Bollen KA, Noble MD, Adair LS. Are Gestational Age, Birth Weight, and Birth Length Indicators of Favorable Fetal Growth Conditions? A Structural Equation Analysis of Filipino Infants. *Statistics in medicine*. 2013;32(17):2950-61.

60. Mohammadi M, Maroufizadeh S, Omani-Samani R, Almasi-Hashiani A, Amini P. The effect of prepregnancy body mass index on birth weight, preterm birth, cesarean section, and preeclampsia in pregnant women. *The journal of maternal-fetal & neonatal medicine : the official journal of the European Association of Perinatal Medicine, the Federation of Asia and*

Oceania Perinatal Societies, the International Society of Perinatal Obstet. 2018;1-6. Epub 2018/05/18.

61. Lima R, Batista RFL, Ribeiro MRC, Ribeiro CCC, Simoes VMF, Lima Neto PM, et al. Prepregnancy body mass index, gestational weight gain, and birth weight in the BRISA cohort. *Revista de saude publica*. 2018;52:46. Epub 2018/05/04.

62. Gillman MW, Rifas-Shiman S, Berkey CS, Field AE, Colditz GA. Maternal gestational diabetes, birth weight, and adolescent obesity. *Pediatrics*. 2003;111(3):e221-6. Epub 2003/03/04.

63. Barakat R, Pelaez M, Cordero Y, Perales M, Lopez C, Coteron J, et al. Exercise during pregnancy protects against hypertension and macrosomia: randomized clinical trial. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2016;214(5):649 e1-8. Epub 2015/12/26.

64. Amini P, Moghimbeigi A, Zayeri F, Mahjub H, Maroufizadeh S, Omani-Samani R. Evaluating The Impact of Risk Factors on Birth Weight and Gestational Age: A Multilevel Joint Modeling Approach. *International journal of fertility & sterility*. 2018;12(2):106-13. Epub 2018/05/01.

65. Albouy-Llaty M, Thiebaugeorges O, Goua V, Magnin G, Schweitzer M, Forhan A, et al. Influence of fetal and parental factors on intrauterine growth measurements: results of the EDEN mother-child cohort. *Ultrasound in obstetrics & gynecology : the official journal of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2011;38(6):673-80. Epub 2011/03/26.

66. Chen YP, Xiao XM, Li J, Reichetzeder C, Wang ZN, Hoche B. Paternal body mass index (BMI) is associated with offspring intrauterine growth in a gender dependent manner. *PloS one*. 2012;7(5):e36329. Epub 2012/05/10.

67. Mei H, Guo S, Lu H, Pan Y, Mei W, Zhang B, et al. Impact of parental weight status on children's body mass index in early life: evidence from a Chinese cohort. *BMJ open*. 2018;8(6):e018755. Epub 2018/06/21.
68. Pomeroy E, Wells JC, Cole TJ, O'Callaghan M, Stock JT. Relationships of maternal and paternal anthropometry with neonatal body size, proportions and adiposity in an Australian cohort. *American journal of physical anthropology*. 2015;156(4):625-36. Epub 2014/12/17.
69. Lawlor DA, Ronalds G, Clark H, Smith GD, Leon DA. Birth weight is inversely associated with incident coronary heart disease and stroke among individuals born in the 1950s: findings from the Aberdeen Children of the 1950s prospective cohort study. *Circulation*. 2005;112(10):1414-8. Epub 2005/09/01.
70. Martinez-Mesa J, Restrepo-Mendez MC, Gonzalez DA, Wehrmeister FC, Horta BL, Domingues MR, et al. Life-course evidence of birth weight effects on bone mass: systematic review and meta-analysis. *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2013;24(1):7-18. Epub 2012/08/30.
71. Meas T. Fetal origins of insulin resistance and the metabolic syndrome: a key role for adipose tissue? *Diabetes & metabolism*. 2010;36(1):11-20. Epub 2009/10/10.
72. Najafian M, Cheraghi M. Occurrence of Fetal Macrosomia Rate and Its Maternal and Neonatal Complications: A 5-Year Cohort Study. *ISRN Obstetrics and Gynecology*. 2012;2012:353791.
73. May LE, Scholtz SA, Suminski R, Gustafson KM. Aerobic exercise during pregnancy influences infant heart rate variability at one month of age. *Early human development*. 2014;90(1):33-8.

74. Clapp JF, 3rd. Morphometric and neurodevelopmental outcome at age five years of the offspring of women who continued to exercise regularly throughout pregnancy. *The Journal of pediatrics*. 1996;129(6):856-63.
75. Janthanaphan M, Kor-Anantakul O, Geater A. Placental weight and its ratio to birth weight in normal pregnancy at Songklanagarind Hospital. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet*. 2006;89(2):130-7. Epub 2006/04/04.
76. Wiebe HW, Boule NG, Chari R, Davenport MH. The effect of supervised prenatal exercise on fetal growth: a meta-analysis. *Obstetrics and gynecology*. 2015;125(5):1185-94. Epub 2015/05/02.
77. Kaaja R, Ronnema T. Gestational diabetes: pathogenesis and consequences to mother and offspring. *The review of diabetic studies : RDS*. 2008;5(4):194-202. Epub 2009/03/19.
78. Bennett CJ, Walker RE, Blumfield ML, Gwini SM, Ma J, Wang F, et al. Interventions designed to reduce excessive gestational weight gain can reduce the incidence of gestational diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. 2018(1872-8227 (Electronic)).
79. Bgeginski R, Ribeiro PAB, Mottola MF, Ramos JGL. Effects of weekly supervised exercise or physical activity counseling on fasting blood glucose in women diagnosed with gestational diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis of randomized trials. *J Diabetes*. 2017;9(11):1023-32. Epub 2016/12/30.
80. Hay W. The placenta. Not just a conduit for maternal fuels. *Diabetes*. 1991(40):44-50.
81. M. SC, Jun Z, K. CA, Michaeline B, Patrick S, Wenyu S, et al. Placental characteristics and birthweight. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*. 2008;22(3):229-39.

82. Burton GJ, Watson AL, Hempstock J, Skepper JN, Jauniaux E. Uterine glands provide histiotrophic nutrition for the human fetus during the first trimester of pregnancy. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 2002;87(6):2954-9. Epub 2002/06/07.
83. Almog B, Shehata F, Aljabri S, Levin I, Shalom-Paz E, Shrim A. Placenta weight percentile curves for singleton and twins deliveries. *Placenta*. 2011;32(1):58-62. Epub 2010/11/03.
84. Naeye RL. Do placental weights have clinical significance? *Human Pathology*. 1987;18(4):387-91.
85. Pardi G, Marconi AM, Cetin I. Pathophysiology of intrauterine growth retardation: role of the placenta. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992) Supplement*. 1997;423:170-2. Epub 1997/12/24.
86. Thornburg KL, O'Tierney PF, Louey S. Review: The placenta is a programming agent for cardiovascular disease. *Placenta*. 2010;31 Suppl:S54-9. Epub 2010/02/13.
87. Godfrey KM. The role of the placenta in fetal programming-a review. *Placenta*. 2002;23 Suppl A:S20-7. Epub 2002/04/30.
88. Thame M, Osmond C, Bennett F, Wilks R, Forrester T. Fetal growth is directly related to maternal anthropometry and placental volume. *European journal of clinical nutrition*. 2004;58(6):894-900. Epub 2004/05/28.
89. Thame M, Osmond C, Wilks R, Bennett FI, Forrester TE. Second-trimester placental volume and infant size at birth. *Obstetrics and gynecology*. 2001;98(2):279-83. Epub 2001/08/17.

90. Eskild A, Romundstad PR, Vatten LJ. Placental weight and birthweight: does the association differ between pregnancies with and without preeclampsia? *American Journal of Obstetrics & Gynecology*. 2009;201(6):595.e1-.e5.
91. F S, I L, A S, B A, B W, R G, et al. Placenta/birthweight ratio and perinatal outcome: a retrospective cohort analysis. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. 2011;118(6):741-7.
92. Roland MC, Friis CM, Voldner N, Godang K, Bollerslev J, Haugen G, et al. Fetal growth versus birthweight: the role of placenta versus other determinants. *PloS one*. 2012;7(6):e39324. Epub 2012/06/23.
93. Eskild A, Haavaldsen C, Vatten LJ. Placental weight and placental weight to birthweight ratio in relation to Apgar score at birth: a population study of 522 360 singleton pregnancies. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica*. 2014;93(12):1302-8. Epub 2014/09/23.
94. Kaplan CG. Gross pathology of the placenta: weight, shape, size, colour. *Journal of clinical pathology*. 2008;61(12):1285-95. Epub 2008/08/19.
95. Janthanaphan M, Kor-Anantakul O, Geater A. Placental weight and its ratio to birth weight in normal pregnancy at Songkhlanagarind Hospital. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet*. 2006;89(2):130-7.
96. Baciuk EP, Pereira RI, Cecatti JG, Braga AF, Cavalcante SR. Water aerobics in pregnancy: Cardiovascular response, labor and neonatal outcomes. *Reproductive health*. 2008;5:10. Epub 2008/11/26.
97. Hopkins SA, Baldi JC, Cutfield WS, McCowan L, Hofman PL. Exercise training in pregnancy reduces offspring size without changes in maternal insulin sensitivity. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 2010;95(5):2080-8. Epub 2010/03/26.

98. Ruiz JR, Perales M, Pelaez M, Lopez C, Lucia A, Barakat R. Supervised exercise-based intervention to prevent excessive gestational weight gain: a randomized controlled trial. *Mayo Clinic proceedings*. 2013;88(12):1388-97. Epub 2013/12/03.
99. Bergmann A, Zygmunt M, Clapp JF, 3rd. Running throughout pregnancy: effect on placental villous vascular volume and cell proliferation. *Placenta*. 2004;25(8-9):694-8. Epub 2004/09/29.
100. Clapp JF, 3rd. The effects of maternal exercise on fetal oxygenation and feto-placental growth. *European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology*. 2003;110 Suppl 1:S80-5. Epub 2003/09/11.
101. Hilde G, Eskild A, Owe KM, Bo K, Bjelland EK. Exercise in pregnancy: an association with placental weight? *American journal of obstetrics and gynecology*. 2017;216(2):168 e1- e9. Epub 2016/10/27.
102. Kobayashi K, Asai M, Matsushita M, Maeda K, Ohashi M, Suzuki M, et al. Effects of maternal exercise on the growth of fetus, placenta, and umbilical cord. *Placenta*. 1995;16(7):A6.
103. Clapp JF, 3rd, Kim H, Burciu B, Lopez B. Beginning regular exercise in early pregnancy: effect on fetoplacental growth. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2000;183(6):1484-8. Epub 2000/12/20.
104. Clapp JF, 3rd, Kim H, Burciu B, Schmidt S, Petry K, Lopez B. Continuing regular exercise during pregnancy: effect of exercise volume on fetoplacental growth. *American journal of obstetrics and gynecology*. 2002;186(1):142-7. Epub 2002/01/26.
105. Klopper A, Diczfalusy E. *Foetus and placenta*: Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1969. 2-3 p.

106. Macdonald EM, Koval JJ, Natale R, Regnault T, Campbell MK. Population-based placental weight ratio distributions. *International journal of pediatrics*. 2014;2014:291846. Epub 2014/06/05.
107. Burkhardt T, Schäffer L, Schneider C, Zimmermann R, Kurmanavicius J. Reference values for the weight of freshly delivered term placentas and for placental weight–birth weight ratios. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*. 2006;128(1):248-52.
108. Baker J, Liu JP, Robertson EJ, Efstratiadis A. Role of insulin-like growth factors in embryonic and postnatal growth. *Cell*. 1993;75(1):73-82. Epub 1993/10/08.
109. Risnes KR, Romundstad PR, Nilsen TI, Eskild A, Vatten LJ. Placental weight relative to birth weight and long-term cardiovascular mortality: findings from a cohort of 31,307 men and women. *American journal of epidemiology*. 2009;170(5):622-31. Epub 2009/07/30.
110. Zhao YJ, Zhang HJ, Li CX, Wu T, Shen XM, Zhang J. Selecting placental measures that have clinical implications in child development and diseases. *Placenta*. 2014;35(3):178-87. Epub 2014/02/11.
111. Bonds DR, Gabbe SG, Kumar S, Taylor T. Fetal weight/placental weight ratio and perinatal outcome. *American journal of obstetrics and gynecology*. 1984;149(2):195-200. Epub 1984/05/15.
112. Barker DJ, Thornburg KL, Osmond C, Kajantie E, Eriksson JG. Beyond birthweight: the maternal and placental origins of chronic disease. *Journal of developmental origins of health and disease*. 2010;1(6):360-4. Epub 2010/12/01.

113. Molteni RA, Stys SJ, Battaglia FC. Relationship of fetal and placental weight in human beings: fetal/placental weight ratios at various gestational ages and birth weight distributions. *The Journal of reproductive medicine*. 1978;21(5):327-34. Epub 1978/11/01.
114. Haavaldsen C, Samuelsen SO, Eskild A. Fetal death and placental weight/birthweight ratio: a population study. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica*. 2013;92(5):583-90. Epub 2013/02/13.
115. Pardi G, Marconi AM, Cetin I. Placental-fetal interrelationship in IUGR fetuses--a review. *Placenta*. 2002;23 Suppl A:S136-41. Epub 2002/04/30.
116. Wallace JM, Bhattacharya S, Horgan GW. Gestational age, gender and parity specific centile charts for placental weight for singleton deliveries in Aberdeen, UK. *Placenta*. 2013;34(3):269-74. Epub 2013/01/22.
117. Soler J, Perez-Sola V, Puigdemont D, Perez-Blanco J, Figueres M, Alvarez E. [Validation study of the Center for Epidemiological Studies-Depression of a Spanish population of patients with affective disorders]. *Actas luso-espanolas de neurologia, psiquiatria y ciencias afines*. 1997;25(4):243-9. Epub 1997/07/01. Estudio de validacion del Center for Epidemiologic Studies-Depresion (CES-D) en una poblacion espanola de pacientes con trastornos afectivos.
118. Goldberg L, Elliot DL, Kuehl KS. Assessment of exercise intensity formulas by use of ventilatory threshold. *Chest*. 1988;94(1):95-8. Epub 1988/07/01.
119. O'Neill ME, Cooper KA, Mills CM, Boyce ES, Hunyor SN. Accuracy of Borg's ratings of perceived exertion in the prediction of heart rates during pregnancy. *British journal of sports medicine*. 1992;26(2):121-4. Epub 1992/06/01.

120. Mansournia MA, Altman DG. Invited commentary: methodological issues in the design and analysis of randomised trials. *British journal of sports medicine*. 2018;52(9):553-5. Epub 2017/08/02.
121. Detry MA, Lewis RJ. The intention-to-treat principle: how to assess the true effect of choosing a medical treatment. *Jama*. 2014;312(1):85-6. Epub 2014/07/25.
122. Moher D, Dulberg CS, Wells GA. Statistical power, sample size, and their reporting in randomized controlled trials. *Jama*. 1994;272(2):122-4. Epub 1994/07/13.
123. Barker DJ. Maternal nutrition, fetal nutrition, and disease in later life. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif)*. 1997;13(9):807-13. Epub 1997/09/18.
124. Heh SS, Huang LH, Ho SM, Fu YY, Wang LL. Effectiveness of an exercise support program in reducing the severity of postnatal depression in Taiwanese women. *Birth (Berkeley, Calif)*. 2008;35(1):60-5. Epub 2008/03/01.
125. Hendricks CH. PATTERNS OF FETAL AND PLACENTAL GROWTH: THE SECOND HALF OF NORMAL PREGNANCY. *Obstetrics and gynecology*. 1964;24:357-65. Epub 1964/09/01.
126. Hutcheon JA, McNamara H, Platt RW, Benjamin A, Kramer MS. Placental weight for gestational age and adverse perinatal outcomes. *Obstetrics and gynecology*. 2012;119(6):1251-8. Epub 2012/05/24.
127. Barakat R, Lucia A, Ruiz JR. Resistance exercise training during pregnancy and newborn's birth size: a randomised controlled trial. *International journal of obesity*. 2009;33(9):1048-57. Epub 2009/07/29.
128. Haakstad LAH, Bø K. Exercise in pregnant women and birth weight: a randomized controlled trial. *BMC Pregnancy and Childbirth*. 2011;11:66-.

129. Barakat R, Pelaez M, Montejo R, Refoyo I, Coteron J. Exercise throughout pregnancy does not cause preterm delivery: a randomized, controlled trial. *Journal of physical activity & health*. 2014;11(5):1012-7. Epub 2013/05/17.
130. Barakat R, Stirling JR, Lucia A. Does exercise training during pregnancy affect gestational age? A randomised controlled trial. *British journal of sports medicine*. 2008;42(8):674-8. Epub 2008/06/17.
131. Baumann MU, Deborde S, Illsley NP. Placental glucose transfer and fetal growth. *Endocrine*. 2002;19(1):13-22. Epub 2003/02/14.
132. Barber Marrero MA, Plasencia Acevedo WM, Eguiluz Gutiérrez-Barquín I, Molo Amorós C, Martín Martínez A, García Hernández JA. Macrosomía fetal. Resultados obstétricos y neonatales. *Progresos de Obstetricia y Ginecología*. 2007;50(10):593-600.
133. Bromwich P. Big babies. *British medical journal (Clinical research ed)*. 1986;293(6559):1387-8. Epub 1986/11/29.