

Volumen 4 - Número 1 - Enero/Febrero 2018



REVISTA OBSERVATORIO DEL DEPORTE

REVISTA DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES

ISSN 0719-5729



orandum est ut sit mens sana in corpore sano

Coordinada: Felipe Maximiliano Escay Guerrero

221 B

WEB SCIENCES

CUERPO DIRECTIVO

Director

Juan Luis Carter Beltrán

Universidad de Los Lagos, Chile

Editor

Juan Guillermo Estay Sepúlveda

Universidad de Los Lagos, Chile

Cuerpo Asistente

Traductora: Inglés

Pauline Corthorn Escudero

Asesorías 221 B, Chile

Traductora: Portugués

Elaine Cristina Pereira Menegón

Asesorías 221 B, Chile

Diagramación / Documentación

Carolina Cabezas Cáceres

Asesorías 221 B, Chile

Portada

Felipe Maximiliano Estay Guerrero

Asesorías 221 B, Chile

COMITÉ EDITORIAL

Mg. Adriana Angarita Fonseca

Universidad de Santander, Colombia

Lic. Marcelo Bittencourt Jardim

CENSUPEG y CMRPD, Brasil

Mg. Yamileth Chacón Araya

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Dr. Óscar Chiva Bartoll

Universidad Jaume I de Castellón, España

Dr. Miguel Ángel Delgado Noguera

Universidad de Granada, España

Dr. Jesús Gil Gómez

Universidad Jaume I de Castellón, España

Ph. D. José Moncada Jiménez

Universidad de Costa Rica, Costa Rica

Dra. Maribel Parra Saldías

Universidad de Los Lagos, Chile

Mg. Ausel Rivera Villafuerte

Secretaría de Educación Pública SEP, México

Mg. Jorge Saravi

Universidad Nacional La Plata, Argentina

Comité Científico Internacional

Ph. D. Víctor Arufe Giraldez

Universidad de La Coruña, España

Ph. D. Juan Ramón Barbany Cairo

Universidad de Barcelona, España

Ph. D. Daniel Berdejo-Del-Fresno

England Futsal National Team, Reino Unido

The International Futsal Academy, Reino Unido

Dr. Antonio Bettine de Almeida

Universidad de Sao Paulo, Brasil

Dr. Oswaldo Ceballos Gurrola

Universidad Autónoma de Nuevo León, México

Ph. D. Paulo Coêlho

Universidad de Coimbra, Portugal

Dr. Paul De Knop

Rector Vrije Universiteit Brussel, Bélgica

Dr. Eric de Léséleuc

INS HEA, Francia

Mg. Pablo Del Val Martín

*Pontificia Universidad Católica del Ecuador,
Ecuador*

Dr. Christopher Gaffney

Universität Zürich, Suiza

Dr. Marcos García Neira

Universidad de Sao Paulo, Brasil

Dr. Misael González Rodríguez

Universidad de Ciencias Informáticas, Cuba

Dra. Carmen González y González de Mesa

Universidad de Oviedo, España

Dr. Rogério de Melo Grillo

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

Dra. Ana Rosa Jaqueira

Universidad de Coimbra, Portugal

Mg. Nelson Kautzner Marques Junior

Universidad de Rio de Janeiro, Brasil

Ph. D. Marjeta Kovač

University of Ljubljana, Slovenia

Dr. Amador Lara Sánchez

Universidad de Jaén, España

Dr. Ramón Llopis-Goic

Universidad de Valencia, España

Dr. Osvaldo Javier Martín Agüero

Universidad de Camagüey, Cuba

Mg. Leonardo Panucia Villafañe

Universidad de Oriente, Cuba

Editor Revista Arranca

Ph. D. Sakis Pappous

Universidad de Kent, Reino Unido

Dr. Nicola Porro

*Universidad de Cassino e del Lazio
Meridionale, Italia*

Ph. D. Prof. Emeritus Darwin M. Semotiuk

Western University Canada, Canadá

Dr. Juan Torres Guerrero

Universidad de Nueva Granada, España

Dra. Verónica Tutte

Universidad Católica del Uruguay, Uruguay

Dr. Carlos Velázquez Callado

Universidad de Valladolid, España

Dra. Tânia Mara Vieira Sampaio

*Universidad Católica de Brasilia, Brasil
Editora da Revista Brasileira de Ciência e
Movimento – RBCM*

Dra. María Luisa Zagalaz Sánchez

Universidad de Jaén, España

Dr. Rolando Zamora Castro

Universidad de Oriente, Cuba

Director Revista Arrancada

Asesoría Ciencia Aplicada y Tecnológica:
221 B Web Sciences

Representante Legal
Juan Guillermo Estay Sepúlveda Editorial
Santiago – Chile



221 B
WEB SCIENCES



Indización

Revista ODEP, indizada en:



MIAR 2015
Live



**REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LAS ALTERACIONES BIOMECÁNICAS
EN MUJERES EMBARAZADAS**

SYSTEMATIC REVIEW OF BIOMECHANICAL ALTERATIONS IN PREGNANT WOMEN

Dr. Esteban Aedo-Muñoz

Universidad de Santiago de Chile, Chile
esteban.aedo@usach.cl

Mg. David Arriagada Tarifeño

Universidad de Santiago de Chile, Chile
david.arriagada@usach.cl

Est. María-José Torres Moreno

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile
mariajose.torresmoreno@hotmail.com

Lic. Mariela Fernanda Muñoz Adasme

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile
mariela.munoz2015@umce.cl

Fecha de Recepción: 02 de enero de 2018 – **Fecha de Aceptación:** 08 de enero de 2018

Resumen

Objetivo: El propósito de esta revisión sistemática esta fundamentada en determinar los principales cambio biomecánicos producidos durante el embarazado. **Materiales y Metodos:** Se realizo una revisión sistematica cualitativa en las bases de datos PubMed, Bireme, Scielo y Bibliotecas especializadas, las palabras claves utilizadas: centro de gravedad, embarazadas, biomecánica, centro de masa, cambios, columna vertebral y base de sustentación. **Resultados:** Se encontraron 131 documentos relacionados al tema y palabras claves, 16 fueron los seleccionados para esta revisión. **Conclusión:** Se profundizo en los artículos seleccionados y fueron evaluados los parámetros biomecánicos de la embarazada: curvatura lordotica de las vértebras lumbares, curvatura cifotica de las vértebras dorsales y la base de sustentación.

Palabras Claves

Embarazo – Biomecánica – Adaptaciones – Columna vertebral - Balance postural

Abstract

Aim: The purpose of this systematic review is based on determining the main biomechanical changes in the pregnant woman. **Materials and Methods:** A qualitative systematic review was performed in the databases PubMed, Bireme, Scielo and specialized libraries, the key words were: center of gravity, pregnant, biomechanic, center of mass, changes, vertebral column and base of support. **Results:** 131 articles found related to the topic, 16 were selected for this review. **Conclusion:** Each item was viewed in depth and the biochemical parameters of the pregnant woman were evaluated: lordotic curvature of the lumbar vertebrae, kyphosis of the dorsal vertebrae and the basis of sustainability.

Keywords

Pregnancy – Biomechanical – Adaptation – Spine – Postural balance

Introducción

El centro de masa en el cuerpo humano, en su posición anatómica, es un punto intangible donde se concentra el peso total del cuerpo, ubicado en la pelvis, que nos genera estabilidad¹. Si la masa del cuerpo es modificada, aumentada o disminuida, el centro de masa ya no se encontrará en el mismo lugar, sino que será modificado de acuerdo al nuevo peso corporal².

En el caso de las mujeres en estado de embarazo que se encuentran durante una etapa de su vida, éstas sufren una serie de cambios físicos y psicológicos³. Dentro de los cambios físicos se observa un aumento en su masa corporal además de una redistribución de dicha masa por el crecimiento del abdomen (útero grávido) sumado al aumento de volumen de las mamas, por ende un cambio en su centro de masa⁴ que no es comparable al aumento de masa corporal que presenta una persona inactiva físicamente, ya que la distribución de esta ganancia de peso es de manera uniforme en el cuerpo⁵. Este cambio en el centro de masa provoca efectos secundarios en ciertas estructuras, como lo son; las curvaturas de la columna vertebral, para generar una compensación, provocando una hiperlordosis lumbar, por el aumento de la masa corporal en el área abdominal, e hipercifosis dorsal, por el aumento de masa en las mamas⁶, además un aumento en la base de sustentación de la embarazada colaborando en mayores niveles de estabilidad tanto en la bipedestación como en la locomoción, que articularmente se evidencia a través de una mayor apertura en el ángulo de la cadera⁷.

¹ Rodrigo Miralles and Iris Miralles, *Biomecánica Clínica de las Patologías del Aparato Locomotor* (Masson, 2006), <https://books.google.cl/books?id=bBZyst1al68C>. y A. I. Kapandji and M. T. Lacombe, *Fisiología Articular: Dibujos comentados de mecánica humana. Raquis, Cintura Pélvica, Raquis Lumbar, Raquis Torácico y Tórax, Raquis Cervical, Cabeza, Fisiología Articular* (Editorial Médica Panamericana, 2007), <https://books.google.cl/books?id=nhPJNAAACAAJ>.

² Dimas Carrasco and David Carrasco, "Biomecánica de la Actividad Física y del Deporte," Instituto Nacional de Educación Física - España, 2014.

³ M. J. Molina-Rueda and F. Molina-Rueda, "Revisión del dolor pélvico en la embarazada: ejercicio y actividad," *Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte* 7 (2007): 266–73, <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista27/artembarazo60.htm>.

⁴ Salcedo-Ferrera Saray, "Postura estática y dinámica durante el embarazo." (Universidad de Laguna, 2013); Francisco Amu and Hugo Carrillo, "Análisis biomecánico, antropométrico y postural en mujeres embarazadas," 2007, <http://edufisica.univalle.edu.co/thebritishschool.co>; Molina-Rueda and Molina-Rueda, "Revisión del dolor pélvico en la embarazada: ejercicio y actividad..."; Tulga Ersal, Jean L. McCrory and Kathleen H. Sienko, "Theoretical and experimental indicators of falls during pregnancy as assessed by postural perturbations.," *Gait & Posture* 39, no. 1 (January 2014): 218–23, doi:10.1016/j.gaitpost.2013.07.011 y J. E. Bullock, G. A. Jull, and M. I. Bullock, "The Relationship of Low Back Pain to Postural Changes during Pregnancy.," *The Australian Journal of Physiotherapy* 33, no. 1 (1987): 10–17, doi:10.1016/S0004-9514(14)60580-8.

⁵ Beatriz Pumar Vidal, Rubén Navarro Patón and Silvia Basanta Camiño, "Efectos de un programa de actividad física en escolares," *Educación Física y Ciencia*; Vol. 17, Núm. 2 (2015), December 2015 y Heba Embaby, Enas Elsayed, and Mohamed Fawzy, "Insulin sensitivity and plasma glucose response to aerobic exercise in pregnant women at risk for gestational diabetes mellitus," *Ethiopian Journal of Health Sciences* 26, no. 5 (September 2016): 409–14.

⁶ Saray, "Postura estática y dinámica durante el embarazo..."; Bullock, Jull, and Bullock, "The relationship of low back pain to postural changes during pregnancy..."

⁶ Amu and Carrillo, "Análisis biomecánico, antropométrico y postural en mujeres embarazadas.. y Molina-Rueda and Molina-Rueda, "Revisión del dolor pélvico en la embarazada: Ejercicio y actividad..."

⁷ Emma Gómez-Estebanz, "Análisis de la marcha en mujeres embarazadas" (Universidad Politécnica de Madrid, 2015), http://oa.upm.es/36486/1/TFG_EMMA_GOMEZ_ESTEBANZ.pdf;

Metodología

Se efectuó una revisión sistemática cualitativa utilizando fuentes de información en los últimos 40 años: bases de datos (Pubmed, Scielo y Bireme). Utilizando las siguientes palabras claves, en diversas combinaciones: centro de gravedad, embarazadas, biomecánica, centro de masa, cambios, columna vertebral y base de sustentación.

Se excluyeron los artículos y trabajos de grado que no se ciñeran a los parámetros: que abarcaran el tema en forma acotada, que no fueran casos de mujeres embarazadas y que estuviesen en cualquier otro idioma que no fuese español, portugués o inglés. Por el contrario los artículos/trabajos de grado que fueron incluidos en esta revisión corresponden aquellos que trataran el tema en forma específica.

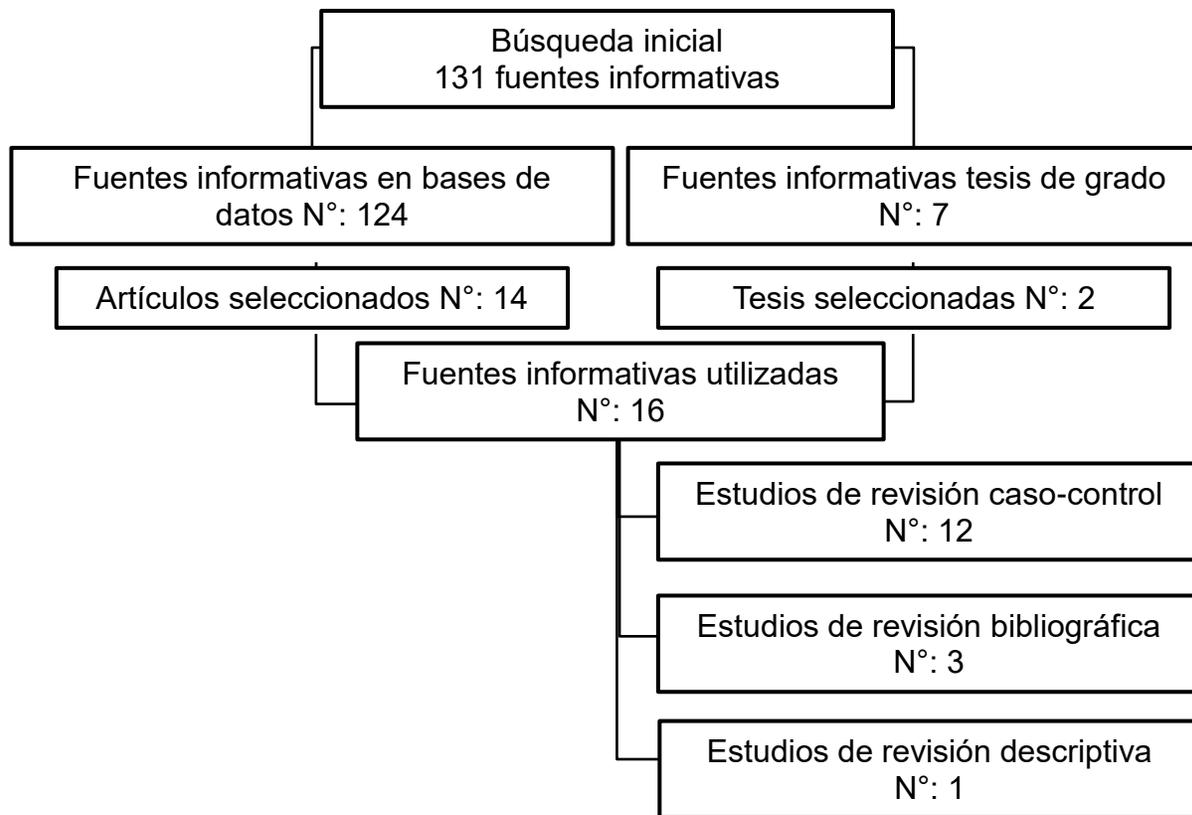


Ilustración 1
Proceso de selección de artículos para la revisión

Saray, "Postura Estática y dinámica durante el embarazo..."; Bullock, Jull, and Bullock, "The relationship of low back pain to postural changes during pregnancy..."; Evrim Karadag-Saygi, Feyza Unlu-Ozkan, and Alin Basgul, "Plantar pressure and foot pain in the last trimester of pregnancy.," *Foot & Ankle International* 31, no. 2 (February 2010): 153–57, doi:10.3113/FAI.2010.0153; Amu and Carrillo, "Análisis biomecánico, antropométrico y postural en mujeres embarazadas..."; Jeanne Bertuit, Veronique Feipel and Marcel Rooze, "Temporal and spatial parameters of gait during pregnancy.," *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 17, no. 2 (2015): 93–101 y Gulcan Ozturk et al., "Effects of lower back pain on postural equilibrium and fall risk during the third trimester of pregnancy.," *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine* 29, no. 8 (2016): 1358–62, doi:10.3109/14767058.2015.1049148

Resultados

Para llegar a los análisis se ejecutó una búsqueda de 131 documentos, donde 110 artículos fueron excluidos por la falta de las palabras claves utilizadas para la revisión, 5 tesis fueron excluidas por información. Aplicando criterios mencionados anteriormente, las fuentes informativas seleccionadas son 16, siendo estas la base de esta revisión.

Nº	Autor(es)	Muestra	Método	Variables	Resultados
1	Salcedo-Ferreira S. (2013) ⁸	33 artículos.	Revisión bibliográfica en bases de datos: Medline, Cochcrane y Scopus, TESEO, Google Academy.	Cambios posturales de la mujer durante el embarazo.	No existe acuerdo entre una acentuación en la lordosis o una rectificación, ya que los autores consultados no realizaron una evaluación previa al embarazo, se sugiere la evaluación posturográfica.
2	Amu Ruiz F. & Carrillo A H. (2005) ⁹	1 mujer embarazada.	Estudio de caso Análisis biomecánico, antropométrico y postural en la mujer embarazada.	Medidas antropométricas (peso, talla, perímetros; tórax normal, abdominal I, II y máxima, cadera), determinación del centro de gravedad con plataformas de reacción biplanar y longitudinal. La cifosis dorsal y lordosis lumbar (videografía postural) y evaluación de huella plantar	Establece variaciones periódicas en la 7ª, 13ª, 20ª, 26ª y 34ª semanas de gestación en una mujer embarazada, en perímetros a nivel del tronco, aumento de peso, migración del CG y variación en las curvaturas fisiológicas de la columna vertebral durante el proceso de gestación.
3	Molina Rueda, MJ; Molina Rueda, F (2007) ¹⁰	21 artículos	Revisión bibliográfica en bases de datos: Cochrcane, Pubmed, Medline, Cinhal, Ovid y revistas electrónicas; PhysTher, Efdportes y efisioterapia.	Dolor pélvico en la embarazada.	Asocia las modificaciones de la curvatura de la columna durante el embarazo con un déficit en flexibilidad y fortalecimiento muscular en la columna vertebral.
4	Jang, et al (2008) ¹¹	GE:15 mujeres embarazadas GC:15 mujeres no embarazadas.	Evaluadas mensualmente y durante 6 meses después del parto en plataforma de fuerza estacionaria.	Estabilidad postural y percepción.	En el grupo experimental, la estabilidad postural y percepción durante embarazo vario antero-posteriormente, después del parto disminuyeron significativamente cayendo a niveles cercanos al grupo control.

⁸ Saray, "Postura estática y dinámica durante el embarazo..."

⁹ Amu and Carrillo, "Análisis biomecánico, antropométrico y postural en mujeres embarazadas.."

¹⁰ Molina-Rueda and Molina-Rueda, "Revisión del dolor pélvico en la embarazada: ejercicio y actividad..."

¹¹ John Jang, Katherine T Hsiao, and Elizabeth T Hsiao-Wecksler, "Balance (Perceived and Actual) and preferred stance width during pregnancy.," *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon) 23, no. 4 (May 2008): 468–76, doi:10.1016/j.clinbiomech.2007.11.011.

5	Ersal T., Mc Crory J., Sienko K. (2013) ¹²	GE: 15 mujeres embarazadas con síndrome de caída GC1: 14 mujeres embarazadas sin síndrome de caída GC2: 40 mujeres no embarazadas.	Prueba en plataforma de perturbaciones de pie. Las mujeres contaban con arnés en pecho y cadera.	Variación del centro de presión (COP) y centro de gravedad (COG)	Las diferencias entre el centro de presión y el centro de gravedad (COP-COG) fueron significativamente menores para el GE en comparación con las GC1 y GC2 (p <0,01). Además encuentra una asociación entre una mayor rigidez de tobillo y un menor riesgo de caída para las embarazadas.
6	Karadag E., Unlu- Ozkan F., Basgul A. (2010) ¹³	GE: 35 mujeres embarazadas obesas GC: 35 mujeres obesas.	Diseño experimental Se evaluó en el último trimestre a las mujeres embarazadas con escala visual analógica de dolor y porcentajes de presión sobre el antepié mediopié y el retropié mediante podobarografía.	Podobarografía estática en el antepié, mediopié y podobarografía dinámica para el pie posterior. Como medida de equilibrio, se analizaron también la longitud y el ancho del COP	El GE presentan una presión mayor en el antepié en bipedestación y marcha en el segmento derecho. También, se encontraron aumentos significativos en tiempos de contacto bajo el pie delantero y tiempos de contacto de piso más largos, teniendo relación con escala visual analógica
7	Bullok J.; Jull G.; Bullok M. (1987) ¹⁴	GE: 34 mujeres embarazadas.	Diseño no experimental Se evaluarón tres veces durante el segundo trimestre del embarazo: inclinaciones espinales y pélvicas, estado nutricional (peso y estatura).	Medidas de las curvas posturales en el plano sagital, inclinación pélvica, altura, peso, incidencia y localización de cualquier dolor de espalda experimentado.	Reveló un aumento significativo en las curvaturas lumbares y torácicas (82%) de las mujeres durante el embarazo. Sin embargo, no se reveló relación significativa entre la postura y el dolor de espalda.
8	Zhang Y; et al (2015) ¹⁵	GE: 36 mujeres embarazadas GC:36 mujeres no embarazadas.	Diseño Experimental Caminar por pasarela de 10m, con plantilla Pedar (Novel GmbH, Munich, Alemania).	Características de la progresión del COP durante el embarazo.	El GE en comparación con el GC manifestó una velocidad menor del COP en el retropié y mediopié, mientras que la velocidad del antepié fue mayor.

¹² Ersal, McCrory, and Sienko, "Theoretical and experimental indicators of falls during pregnancy as assessed by postural perturbations..."

¹³ Karadag-Saygi, Unlu-Ozkan, and Basgul, "Plantar pressure and foot pain in the last trimester of pregnancy.."

¹⁴ Bullock, Jull, and Bullock, "The relationship of low back pain to postural changes during pregnancy..."

¹⁵ Y. Zhang et al., "Characteristics of the centre of pressure progression for pregnant women during walking," International Journal of Biomedical Engineering and Technology 17, no. 4 (2015): 387–97, doi:10.1504/IJBET.2015.069406.

9	Ozturk G. et al (2015) ¹⁶	G1:30 mujeres embarazadas con dolor lumbar G2: 38 mujeres embarazadas sin dolor lumbar.	Diseño Experimental Evaluación Posturográfica estática, en ocho condiciones distintas.	Efectos de la lumbalgia sobre el equilibrio postural y el riesgo de caídas durante el tercer trimestre del embarazo.	El dolor lumbar bajo tiene un efecto negativo sobre la estabilidad postural. El equilibrio postural disminuye y el riesgo de caída aumenta en pacientes embarazadas con dolor lumbar bajo.
10	Bertuit J.; Feipel V.; Rooze M. (2015) ¹⁷	GE:58 mujeres embarazadas. GC1: 9 mujeres puérperas. GC2: 23 mujeres nuligestas.	Pasarela electrónica longitud: 6,1m y 0,61m de ancho. A medida que el sujeto camina sobre la alfombra, los sensores permiten la recogida de parámetros espaciales y temporales de la marcha.	Se analizaron las siguientes variables: longitud de la zancada, longitud del paso, anchura del paso, velocidad de la marcha y tiempo de paso.	Se manifiestan diferencias significativas en la mujer embarazada en: disminución de la velocidad de la marcha (-20% p <0,001); tiempo del paso un 7% más largo en embarazadas (p<0,014); fases posturales más largas (2% p<0,001).
11	Gómez Estebaran z, Emma (2015) ¹⁸	G: 5 mujeres embarazadas.	Evaluación de marcha entre el segundo y tercer trimestre de gestación con sistema de captura de movimiento VICON®.	Se analizaron las siguientes variables: movimientos de la pelvis, movimientos del centro de gravedad, movimientos de cadera, rodilla y tobillo.	Los resultados no fueron significativos (p>0,05) entre el segundo y tercer trimestre de gestación.
12	Casagran de D., Gugala Z., Clark S. & Lindsey R. (2015) ¹⁹	47 artículos.	Revisión sistemática de alteraciones en el embarazo.	Evaluación del dolor, incapacidad y licencia medicas asociadas al dolor de espalda baja y faja pélvica.	El ejercicio físico reduce significativamente el dolor y la discapacidad, mientras que el ejercicio acuático redujo las licencias médicas producto del dolor. Los cinturones de ayuda, ejercicio, técnicas neuro-emocionales y la manipulación de la columna no tenían efectos significativos en el dolor de espalda baja y funciones físicas.

¹⁶ Ozturk et al., "Effects of lower back pain on postural equilibrium and fall risk during the third trimester of pregnancy..

¹⁷ Bertuit, Feipel, and Rooze, "Temporal and spatial parameters of gait during pregnancy...

¹⁸ Gómez-Estebaranz, "Análisis de La marcha en mujeres embarazadas...

¹⁹ Danielle Casagrande et al., "Low back pain and pelvic girdle pain in pregnancy.," The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons 23, no. 9 (September 2015): 539–49, doi:10.5435/JAAOS-D-14-00248.

Revisión sistemática de las alteraciones biomecánicas en mujeres embarazadas pág. 61

13	Carvajal H., Chambi G., Vaca, S. & Poppe, V. (2013) ²⁰	300 mujeres embarazadas.	Revisión clínica forense y fijación fotográfica en 180 grados, en posiciones; bipedestación, sedestación y decúbito dorsal activo.	Postura, marcha, peso corporal, temperatura basal corporal, piel, mamas, pared abdominal, ovarios, útero, vagina, vulva, periné y pelvis	De las variables señaladas se describen el los cambios que presentan durante el periodo de embarazo. Postura (lordosis lumbosacra), marcha (lenta), peso corporal (aumento 10 a 14 kg.), temperatura basal corporal (aumento 0.3 a 0.6°C), piel (pigmentación acentuada en cara, pechos y abdomen), mamas (hipertrofia por hiperplasia glandular), pared abdominal (aumento, distensión y flacidez), ovarios (hipertrofia y anulación actividad folicular), útero (hipertrofia y crecimiento pasivo), vagina (aumento torrente sanguíneo y cambio a color violeta), vulva (hipertrofia), periné (pigmentación y relajación muscular) y pelvis (distensión de ligamentos)
14	Embaby Heba, Elsayes Enas & Fawzy Mohamed. (2016) ²¹	40 mujeres embarazadas, de 20 a 24 semanas de gestación, rango de edad entre 25 y 35 años con diabetes gestacional. GE1: 20 mujeres GE2: 20 mujeres	Diseño Experimental - Cuasiexperimental GE1: Programa de ejercicio aeróbico caminando en la cinta, 3 veces por semana hasta las 37 semanas de gestación y control de la dieta. GE2: Control de dieta.	Insulina. Glucosa en plasma.	La intensidad moderada de ejercicios aeróbicos fueron eficaces en la reducción del nivel de glucosa en sangre y nivel de insulina en ayunas de mujeres embarazadas con riesgo de diabetes mellitus gestacional.
15	Oostdam N., Van Poppel M N., Eekhoff, EM., Wouters, MG., Van Mechelen, W. (2009) ²²	160 mujeres embarazadas, de 14 y 20 semanas de embarazo, mayores de 18 años, con riesgo de padecer diabetes gestacional.	Diseño Experimental GE1: Ejercicios aeróbicos. GE2: Ejercicios de resistencia a la fuerza. GC: Sin actividad física. Los datos se recogieron en la 15, 24 y 32 semanas de embarazo y 12 semanas después del parto.	Glucosa en sangre. Resistencia a la insulina. Peso fetal.	La prevalencia del sobrepeso y la obesidad está aumentando fuertemente, como consecuencia, se espera un aumento en la incidencia de diabetes gestacional. Las estrategias preventivas para las mujeres en riesgo son de gran importancia. Si el programa de intervención demuestra ser eficaz, las mujeres embarazadas se beneficiarán del programa de ejercicios y un menor riesgo para la diabetes gestacional.

²⁰ Hugo Eduardo Carvajal Oviedo et al., "Peritaje en obstetricia forense: Modificaciones anatómicas y fisiológicas, en el examen físico externo en el embarazo.," Archivos Bolivianos de Medicina (revbol, 2013).

²¹ Embaby, Elsayed and Fawzy, "Insulin sensitivity and plasma glucose response to aerobic exercise in pregnant women at risk for gestational diabetes mellitus..."

²² Nicolette Oostdam et al., "Design of FitFor2 study: The effects of an exercise program on insulin sensitivity and plasma glucose levels in pregnant women at high risk for gestational diabetes," BMC Pregnancy and Childbirth 9 (January 2009): 1, doi:10.1186/1471-2393-9-1.

16	Muktabhant Benja, Lumbiganon Pisake, Ngamjarus Chetta, Dowswell Therese (2012) ²³	27 estudios con 3964 mujeres.	Meta-análisis.	Aumento de peso durante el periodo de gestación.	No existe evidencia suficiente en recomendar algún mecanismo para prevenir el aumento de peso excesivo durante el embarazo.
----	--	-------------------------------	----------------	--	---

G: Grupo; GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Control

Tabla 1
Descripción de estudios

Discusión

Ganancia de peso

Existe consenso entre los autores en relación a que la ganancia y distribución del peso en la embarazada, 11 kilogramos²⁴ 10-12 kilogramos²⁵ a 9,70-14,55 kilogramos²⁶, 11-16 kilogramos²⁷ en la región anterior del cuerpo es la causante de todas las anomalías posturales compensatorias para la bipedestación y la marcha durante este proceso. La inactividad física desempeña un importante factor de riesgo al existir este aumento del peso y la aparición de obesidad²⁸. Esto se asocia a la proliferación de una gran cantidad de problemas de salud, relacionado a enfermedades cardiovasculares como hipertensión, respiratorias, trastornos metabólicos como diabetes mellitus tipo II y cánceres como el cáncer de mamas²⁹. Durante el embarazo alrededor del 20% al 40% de las mujeres están ganando peso por encima de las recomendaciones³⁰, el aumento de peso excesivo durante el embarazo se asocia con múltiples complicaciones en donde se produce un

²³ Benja Muktabhant et al., "Interventions for preventing excessive weight gain during pregnancy," The Cochrane Database of Systematic Reviews 4 (April 2012): CD007145-CD007145, doi:10.1002/14651858.CD007145.pub2.

²⁴ Saray, "Postura estática y dinámica durante el embarazo..."

²⁵ Amu and Carrillo, "Análisis biomecánico, antropométrico y postural en mujeres embarazadas."

²⁶ Molina-Rueda and Molina-Rueda, "Revisión del dolor pélvico en la embarazada: ejercicio y actividad..."

²⁷ Ersal, McCrory and Sienko, "Theoretical and experimental indicators of falls during pregnancy as assessed by postural perturbations..." y Bullock, Jull, and Bullock, "The relationship of low back pain to postural changes during pregnancy..."

²⁸ Pumar Vidal, Navarro Patón, and Basanta Camiño, "Efectos de un programa de actividad física en escolares..." y Embaby, Elsayed, and Fawzy, "Insulin sensitivity and plasma glucose response to aerobic exercise in pregnant women at risk for gestational diabetes mellitus..."

²⁹ Matías Salvador Ballesteros et al., "La práctica de actividad física entre varones y mujeres de clase media en el AMBA: motivaciones, percepción de beneficios y limitaciones para su continuidad," Educación Física y Ciencia; Vol. 18, Núm. 2 (2016), December 2016; Embaby, Elsayed, and Fawzy, "Insulin sensitivity and plasma glucose response to aerobic exercise in pregnant women at risk for gestational diabetes mellitus..."; Oostdam et al., "Design of FitFor2 Study: The effects of an exercise program on insulin sensitivity and plasma glucose levels in pregnant women at high risk for gestational diabetes..." y Muktabhant et al., "Interventions for preventing excessive weight gain during pregnancy..."

³⁰ Ibid.

deterioro del esfuerzo físico en tareas cotidianas como en el modo de desplazamiento que se utiliza habitualmente³¹. El embarazo es un periodo en la vida de las mujeres que a menudo se relaciona con una disminución de la actividad física diaria, pero el mantener los niveles adecuados en la participación en deporte y ejercicios físico durante este periodo gestacional es primordial para el bien estar y salud de la madre y el niño³², ya que la realización de actividad física integra hábitos de vida saludable, permite mantener el peso en niveles regulares y es beneficioso tanto para salud mental como estado físico³³, se recomienda 30 min de actividad física moderada, de preferencia todos los días de la semana, en mujeres embarazadas³⁴.

Lordosis Lumbar

Durante el embarazo, aparecen cambios corporales que provocan un desequilibrio corporal ante el cual se generan mecanismos compensatorios, como la hiperlordosis en la zona lumbar³⁵. Aproximadamente el 50% de las mujeres sufre de dolor lumbar en periodo de gestación³⁶. A causa de esto, se modifica el centro de gravedad hacia anterior lo que produce que las embarazadas proyecten su cabeza y tronco hacia atrás provocando una compensación lumbosacra, de este modo se genera de manera progresiva una hiperlordosis en el segmento lumbar³⁷. Los cambios físicos más significativos ocurren en la región abdominal con el crecimiento del útero, manifestando variaciones en la región lumbar y pélvica.

Los cambios en esta zona provocan un desequilibrio muscular, como acortamiento de músculos flexores, aductores y rotadores externos de cadera, además de provocar una hipertonía de la musculatura de esta región y retracciones y adherencias en la fascia toracolumbar³⁸. Por otro lado la manifestación de la hiperlordosis por el aumento de peso y la anteversión de la pelvis provoca una sobrecarga en los últimos 3 discos lumbares, lo que se agrava por la descalcificación ósea que suele presentarse en el embarazo. Esto causa lumbociatalgis que se conoce como el dolor lumbar. La postura anormal que se

³¹ Pumar Vidal, Navarro Patón, and Basanta Camiño, "Efectos de un programa de actividad física en escolares... y Muktabhant et al., "Interventions for preventing excessive weight gain during pregnancy..."

³² Embaby, Elsayed, and Fawzy, "Insulin sensitivity and plasma glucose response to aerobic exercise in pregnant women at risk for gestational diabetes mellitus... y Oostdam et al., "Design of FitFor2 Study: The effects of an exercise program on insulin sensitivity and plasma glucose levels in pregnant women at high risk for gestational diabetes..."

³³ Ballesteros et al., "La práctica de actividad física entre varones y mujeres de clase media en el AMBA: motivaciones, percepción de beneficios y limitaciones para su continuidad..."

³⁴ Embaby, Elsayed, and Fawzy, "Insulin sensitivity and plasma glucose response to aerobic exercise in pregnant women at risk for gestational diabetes mellitus... y Oostdam et al., "Design of FitFor2 Study: The Effects of an Exercise Program on Insulin Sensitivity and Plasma Glucose Levels in Pregnant Women at High Risk for Gestational Diabetes..."

³⁵ Gómez-Estebanz, "Análisis de la marcha en mujeres embarazadas..."

³⁶ A Liebetrau et al., "[Is there a correlation between back pain and stability of the lumbar spine in pregnancy? A model-based hypothesis].," *Schmerz* (Berlin, Germany) 26, no. 1 (February 2012): 36–45, doi:10.1007/s00482-011-1125-1.

³⁷ Molina-Rueda and Molina-Rueda, "Revisión del dolor pélvico en la embarazada: ejercicio y actividad...; Carvajal Oviedo et al., "Peritaje en obstetricia forense: modificaciones anatómicas y fisiológicas, en el examen físico externo en el embarazo... y Gómez-Estebanz, "Análisis de la marcha en mujeres embarazadas..."

³⁸ Molina-Rueda and Molina-Rueda, "Revisión del dolor pélvico en la embarazada: ejercicio y actividad..."

presenta en el embarazo en la zona lumbar, resulta en estrés de las articulaciones facetaarias y ligamentos, habiendo un aumento en la producción de líquido sinovial con distensión de la capsula articular y provocando otra forma de dolor en la columna³⁹. Según J. Bullok; G. Jull y M. Bullok, se hizo un estudio en donde demostraron que si se manifiesta dolor en la zona lumbar durante el embarazo,, en donde las curvaturas de la espalda aún no son significativas, no revelaron una relación específica entre la postura y el dolor de espalda, sin embargo la aparición del dolor lumbopélvico frecuentemente comienza alrededor de la semana número dieciocho de embarazo y su máxima intensidad se presenta entre las semanas veinticuatro y treinta seis. Entre las doce y dieciocho semanas, la prevalencia de dolor lumbopélvico en pacientes embarazadas es de un 62%, hacia el final del embarazo, alrededor de las treinta y cinco semanas, la prevalencia de dolor lumbar es de un setenta y tres punto tres por ciento. Luego del parto el dolor desaparece en el noventa y tres por ciento de los casos durante los primeros tres meses⁴⁰.

Cifosis Dorsal

La cifosis dorsal corresponde a una convexidad posteroanterior formada por las vértebras dorsales o torácicas dando la visión de una postura encorvada. Esta postura, normal, de acuerdo a diversos autores, aumenta durante el embarazo produciendo una hipercifosis. J. Bullok; G. Jull y M. Bullok describió la hipercifosis compensatoria a la hiperlordosis. De igual forma F. Amu Ruiz y H. Carrillo, también describen un aumento de la curvatura de la cifosis dorsal sin especificar su causa. De la misma forma M. J. Molina Rueda y F. Molina Rueda, en su estudio “Dolor pélvico en la embarazada” concluyen que una de las patologías relacionadas con la adopción de este patrón postural atípico, correspondía a una hipercifosis dorsal causado por el aumento del volumen mamario durante el embarazo.

Base de sustentación

En la bipedestación la base de sustentación está dada por la superficie comprendida entre los arcos externos de los dos pies. Por otra parte el equilibrio en el ser humano en bipedestación no existe, esta en un permanente desequilibrio anterior. La línea de gravedad pasa por el orificio occipital, distribuyendo el peso de la cabeza con los 2/3 anteriores y 1/3 hacia atrás. A nivel plantar, la línea de gravedad pasa por delante del maléolo peroné. El equilibrio perfecto del modelo postural, sería inestable y los centros del equilibrio estarían continuamente en conflicto. El desequilibrio anterior es natural ya que los pies y los ojos están dirigidos hacia delante, lo que a la vez lo hace más seguro. Estas dos, base de sustentación y equilibrio, cambian durante el embarazo con el objetivo de compensar el aumento de volumen anterior en abdomen y mamas. Y. Zhang et al, dice que la alteración en el patrón de la marcha en la embarazada se ve reflejado en una menor velocidad y el desplazamiento sobre el pie total, el antepié, el medio pie y las regiones del pie trasero donde aumenta la lentitud en el pie trasero y en el medio pie y durante la gestación aumenta la velocidad en el antepié. T. Ersal; J. Mc Crory y K. Sienko establecen que durante el embarazo los cambios hormonales aumentan la laxitud ligamentosa y presiones plantares, estas alteraciones pueden conducir a problemas en el equilibrio y un mayor riesgo de caída. Sin duda esta alteración fisiológica del embarazo requiere compensaciones y apoyos que posibiliten una mayor estabilidad y equilibrio. J.

³⁹ Gómez-Esteban, “Análisis de La Marcha En Mujeres Embarazadas...”

⁴⁰ Casagrande et al., “Low Back Pain and Pelvic Girdle Pain in Pregnancy...”

Jang; K. T. Hsiao y E. T. Hsiao-Weckster, describen un aumento de la inestabilidad anteroposterior y la estabilidad lateral mantenida durante el embarazo y un aumento en la base de sustentación como mecanismos de estabilidad del cuerpo durante el embarazo. Por otra parte J. Bertuit; V. Feipel y M. Rooze establecen que existe una modificación significativa del patrón de la marcha, evidenciado en un cadencia más prolongada, pasos más pequeños y aumento en la base de sustentación, todos estos corresponden a mecanismos compensatorios para la bipedestación y equilibrio de la embarazada, especialmente en el último trimestre. También G. Ozturk et al, describe un incremento del balanceo en la embarazada durante la marcha, especialmente en superficies inestables. Todos estos estudios refuerzan los diversos mecanismos compensatorios que adopta la embarazada especialmente en los dos últimos trimestres. F. Amu Ruiz y H. Carrillo establecen cambios en la función de apoyo de los pies para mejorar la base de sustentación, de esta manera, el mecanismo compensatorio era un pie más cabo provocado por el aumento de musculatura del pie por el mayor peso en el embarazo. E. Karadag-Saygi et al, establece una mayor cadencia mediada por un incremento en la presión en la parte delantera del pie y un mayor tiempo de contacto durante la marcha de la embarazada. E. Gómez en su tesis “Análisis de la marcha en mujeres embarazadas” describe que se incrementaba la base de sustentación lo que permitía una mejor estabilidad frontal, eso producía una disminución en las caídas durante este periodo. Otro efecto visibles, especialmente durante el último trimestre, lo describe Salcedo citando a Gayner et al. y Gijon-Nogero et al. que refieren una mayor pronación del pie que incrementa la base de sustentación en el embarazo dando como resultado la conocida “marcha de pato” de la embarazada.

Conclusión

El aumento de masa corporal en la embarazada es el punto de partida más importante para las alteraciones biomecánicas, pero lo más significativo ocurre en la distribución de esta ganancia principalmente en el abdomen, asociando un fuerte cambio en su centro de masa. Las consecuencias se ven reflejadas en una acentuación de las curvaturas de la columna espinal, tanto en la lordosis lumbar producto del tamaño abdominal, generando compensaciones con otras curvaturas, de esta misma manera el aumento de las mamas desarrolla una hiper cifosis dorsal. Al tener este nuevo centro de masa, la pérdida del equilibrio aumenta en los meses de gestación, por tanto la adaptación que surge en el pie contraresta el desequilibrio, esté comienza con una acentuación pronada, con lo cual la base de sustentación aumenta, logrando mejores niveles estabilidad anteroposterior.

Referencias Bibliográficas

Amu, Francisco and Hugo Carrillo. “Análisis Biomecánico, Antropométrico Y Postural En Mujeres Embarazadas,” 2007. <http://edufisica.univalle.edu.co/thebritishschool.co>.

Ballesteros, Matías Salvador; Betina Freidin; Mercedes Krause and Pablo Borda. “La Práctica de Actividad Física Entre Varones Y Mujeres de Clase Media En El AMBA: Motivaciones, Percepción de Beneficios Y Limitaciones Para Su Continuidad.” Educación Física Y Ciencia; Vol. 18, Núm. 2 (2016), December 2016.

Bertuit, Jeanne; Veronique Feipel and Marcel Rooze. “Temporal and Spatial Parameters of Gait during Pregnancy.” Acta of Bioengineering and Biomechanics 17, no. 2 (2015): 93–101.

Bullock, J. E.; G. A. Jull and M. I. Bullock. "The Relationship of Low Back Pain to Postural Changes during Pregnancy." *The Australian Journal of Physiotherapy* 33, no. 1 (1987): 10–17. doi:10.1016/S0004-9514(14)60580-8.

Carrasco, Dimas and David Carrasco. "Biomecánica de La Actividad Física Y Del Deporte." Instituto Nacional de Educación Física - España, 2014.

Carvajal Oviedo, Hugo Eduardo; Gladys Betty, Chambi Cahuana; Shirley Vaca Paredes de Carrasco and Verónica Poppe Mujica. "Peritaje En Obstetricia Forense: Modificaciones Anatómicas Y Fisiológicas, En El Examen Físico Externo En El Embarazo." *Archivos Bolivianos de Medicina. revbol*, 2013.

Casagrande, Danielle; Zbigniew Gugala; Shannon M Clark and Ronald W Lindsey. "Low Back Pain and Pelvic Girdle Pain in Pregnancy." *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 23, no. 9 (September 2015): 539–49. doi:10.5435/JAAOS-D-14-00248.

Embaby, Heba; Enas, Elsayed and Mohamed Fawzy. "Insulin Sensitivity and Plasma Glucose Response to Aerobic Exercise in Pregnant Women at Risk for Gestational Diabetes Mellitus." *Ethiopian Journal of Health Sciences* 26, no. 5 (September 2016): 409–14.

Ersal, Tulga; Jean L. McCrory and Kathleen H Sienko. "Theoretical and Experimental Indicators of Falls during Pregnancy as Assessed by Postural Perturbations." *Gait & Posture* 39, no. 1 (January 2014): 218–23. doi:10.1016/j.gaitpost.2013.07.011.

Gómez-Estebanz, Emma. "Análisis de La Marcha En Mujeres Embarazadas." Universidad Politécnica de Madrid. 2015. http://oa.upm.es/36486/1/TFG_EMMA_GOMEZ_ESTEBARANZ.pdf.

Jang, John; Katherine T. Hsiao and Elizabeth T Hsiao-Wecksler. "Balance (Perceived and Actual) and Preferred Stance Width during Pregnancy." *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)* 23, no. 4 (May 2008): 468–76. doi:10.1016/j.clinbiomech.2007.11.011.

Kapandji, A. I. and M. T. Lacombe. *Fisiología Articular: Dibujos Comentados de Mecánica Humana. Raquis, Cintura Pélvica, Raquis Lumbar, Raquis Torácico Y Tórax, Raquis Cervical, Cabeza. Fisiología Articular. Editorial Médica Panamericana, 2007.* <https://books.google.cl/books?id=nhPJNAAACAAJ>.

Karadag-Saygi, Evrim; Feyza, Unlu-Ozkan and Alin, Basgul. "Plantar Pressure and Foot Pain in the Last Trimester of Pregnancy." *Foot & Ankle International* 31, no. 2 (February 2010): 153–57. doi:10.3113/FAI.2010.0153.

Liebetrau, A.; C. Puta; D. Schinowski; T. Wulf and H Wagner. "[Is there a correlation between back pain and stability of the lumbar spine in pregnancy? A model-based hypothesis]." *Schmerz (Berlin, Germany)* 26, no. 1 (February 2012): 36–45. doi:10.1007/s00482-011-1125-1.

Miralles, Rodrigo and Iris Miralles. *Biomecánica Clínica de Las Patologías Del Aparato Locomotor.* Masson, 2006. <https://books.google.cl/books?id=bBZyst1a168C>.

Molina-Rueda, M. J. and F. Molina-Rueda. “Revisión Del Dolor Pélvico En La Embarazada: Ejercicio Y Actividad.” *Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte* 7 (2007): 266–73. <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista27/artembarazo60.htm>.

Muktabhant, Benja; Pisake, Lumbiganon; Chetta, Ngamjarus and Therese, Dowswell. “Interventions for Preventing Excessive Weight Gain during Pregnancy.” *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 4 (April 2012): CD007145-CD007145. doi:10.1002/14651858.CD007145.pub2.

Oostdam, Nicolette; Mireille N. M. van Poppel; Elisabeth, M. W. Eekhoff; Maurice, G. A. J. Wouters and Willem van Mechelen. “Design of FitFor2 Study: The Effects of an Exercise Program on Insulin Sensitivity and Plasma Glucose Levels in Pregnant Women at High Risk for Gestational Diabetes.” *BMC Pregnancy and Childbirth* 9 (January 2009): 1. doi:10.1186/1471-2393-9-1.

Ozturk, Gulcan; Duygu Geler Kulcu; Ece Aydog; Cigdem Kaspar and Burcu Ugurel. “Effects of Lower Back Pain on Postural Equilibrium and Fall Risk during the Third Trimester of Pregnancy.” *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine* 29, no. 8 (2016): 1358–62. doi:10.3109/14767058.2015.1049148.

Pumar Vidal, Beatriz; Rubén Navarro Patón and Silvia Basanta Camiño. “Efectos de Un Programa de Actividad Física En Escolares.” *Educación Física Y Ciencia*; Vol. 17, Núm. 2 (2015), December 2015.

Saray, Salcedo-Ferrera. “Postura Estática Y Dinámica Durante El Embarazo.” Universidad de Laguna, 2013.

Zhang, Y.; H. Lu; Y. Gu and N Hu. “Characteristics of the Centre of Pressure Progression for Pregnant Women during Walking.” *International Journal of Biomedical Engineering and Technology* 17, no. 4 (2015): 387–97. doi:10.1504/IJBET.2015.069406.

Para Citar este Artículo:

Aedo-Muñoz, Esteban; Arriagada Tarifeño, David; Torres Moreno, María-José y Muñoz Adasme, Mariela Fernanda. Revisión sistemática de las alteraciones biomecánicas en mujeres embarazadas. *Rev. ODEP*. Vol. 4. Num. 1. Enero-Febrero (2018), ISSN 0719-5729, pp. 55-67.

221 B
WEB SCIENCES

Las opiniones, análisis y conclusiones del autor son de su responsabilidad y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Observatorio del Deporte ODEP**.

La reproducción parcial y/o total de este artículo debe hacerse con permiso de **Revista Observatorio del Deporte ODEP**.