

Facultade de Enfermaría e Podoloxía



TRABALLO DE FIN DE GRAO EN PODOLOXÍA

Curso académico 2019/2020

Modificación de los parámetros espacio-temporales de la marcha durante el embarazo: una revisión sistemática.

María Hermida Movilla

Director: Juan Luis Carballo Díaz

ÍNDICE

Resúmenes.....	1
Resumen estructurado	1
Abstrac	2
Introducción	3
Formulación de la pregunta clínica	4
Metodología	5
Criterios de inclusión y exclusión.....	5
Estrategia de búsqueda.....	6
Establecimiento de variables	8
Resultados.....	9
Discusión	15
Conclusión	19
Bibliografía.....	20

1 RESÚMENES

1.1 RESUMEN ESTRUCTURADO

Introducción: Durante el embarazo el cuerpo de una mujer sufre numerosos cambios anatómicos y fisiológicos, los cuales pueden limitar llevar a cabo la realización de actividades de la vida cotidiana. Realizar actividad física durante la gestación produce una serie de beneficios como son la reducción del riesgo de padecer patologías como la diabetes gestacional entre otras. Disminuye el peligro de caídas, controla el peso y el equilibrio energético, se liberan endorfinas reduciendo el estrés y la ansiedad.

La forma más habitual de desplazamiento del ser humano es la marcha, la cual se puede describir a través de una serie de parámetros espacio-temporales. Estas variables pueden verse alteradas durante la gestación y es el podólogo el que puede analizarlas.

Objetivos: El objetivo de la presente revisión es conocer si la gestación produce modificaciones en las variables espacio-temporales del ciclo de la marcha.

Material y métodos: Desde marzo a abril del año 2020 se realiza una búsqueda bibliográfica en distintas bases de datos como son Biblioteca Cochrane, Dialnet, Pubmed, Scopus y SciELO. Los artículos seleccionados cumplen los criterios de inclusión y exclusión establecidos como que el criterio temporal se limita a artículos publicados desde del año 2010.

Resultados: Para responder a la pregunta clínica planteada en esta revisión se incluyen un total de 13 artículos que cumplen los criterios de inclusión y exclusión.

Conclusión: Durante la gestación se producen cambios en los parámetros espacio-temporales de la marcha. La finalidad de estos cambios es aumentar la estabilidad y disminuir el gasto de energía durante la marcha. Estas modificaciones se intensifican hacia el final del embarazo pero se normalizan 6 meses después del parto.

1.2 ABSTRAC

Introduction: During pregnancy a woman's body undergoes many anatomical and physiological changes, which can limit development of activities of daily living. Being physically active during pregnancy produces a series of benefits, such as reducing the risk of suffering pathologies such as gestational diabetes, among others. Reduces the dangers of fall, controls weight and the balance of energy, reduces stress and anxiety.

The most common form of human travel is walking, which can be described through a series of spatiotemporal parameters. These variables can be altered during pregnancy and it is the podiatrist who can analyze them.

Objective: The objective of the present review is to know if the pregnancy produces modifications in the spatiotemporal variables of the gait cycle.

Methodology: From March to April of the year 2020, a bibliographic search was carried out in different databases such as the Cochrane Library, Dialnet, Pubmed, Scopus and SciELO. The selected articles meet the inclusion and exclusion criteria established as the temporal criterion is limited to articles published since 2010.

Results: To answer the clinical question posed in this review, a total of 13 articles that meet the inclusion and exclusion criteria are included.

Conclusion: During gestation there are changes in the spatiotemporal parameters of the gait. The purpose of these changes is to increase stability and decrease energy expenditure during the gait. These modifications intensify towards the end of the pregnancy but return to normal 6 months after delivery

2 INTRODUCCIÓN

Durante el embarazo las mujeres sufren transformaciones fisiológicas y anatómicas como ocurre en las articulaciones y la postura. Tienen lugar alteraciones vasculares que conducen a la aparición de edema, varices y arañas vasculares en los miembros inferiores que crean fatiga y cansancio a la mujer. También se produce un aumento del peso relacionado con la retención de líquidos y un incremento de la hormona relaxina; el nivel elevado de esta hormona influye en la laxitud ligamentosa y la fuerza musculotendinosa que desencadenan una limitación funcional y un aumento de caídas. Estos cambios durante la gestación desembocan en la manifestación de molestias desde la zona lumbar hasta las extremidades inferiores, condicionando la calidad de vida de la mujer durante el desarrollo de esta etapa para la realización de actividades cotidianas.^{1, 2, 3, 4, 5, 6}

Existen estudios que revelan que el hecho de que la mujer gestante realice ejercicios físicos aporta una serie de beneficios. Mejora la musculatura y la salubridad de los huesos. Reduce el riesgo de padecer hipertensión, depresión, diabetes gestacional o cardiopatías. También disminuye el peligro de que se produzcan caídas, ayuda a controlar el peso y el equilibrio energético. Al realizar actividad física se liberan endorfinas aumentando la sensación de bienestar, reduciendo el estrés y la ansiedad.^{4, 5, 6}

Los pies de una mujer gestante sufren cambios morfológicos y estructurales como la disminución de la altura del arco interno, un aumento de la longitud del pie y la anchura en la zona del antepié, se intensifican las presiones plantares y la movilidad del primer radio se ve aumentada.^{1,3}

La marcha es la forma mecánica de locomoción bípeda utilizada por el ser humano para trasladarse, produciéndose un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad. Un ciclo de marcha completo se inicia con un primer contacto de talón de una de las extremidades hasta el posterior contacto del mismo talón. Este ciclo se compone de dos fases: la fase de apoyo y la de balanceo. La primera ocurre cuando la extremidad se encuentra en contacto con el suelo y la segunda cuando extremidad inferior no contacta con él. También existe el periodo de doble apoyo, que ocurre cuando ambos pies se encuentran en contacto con la superficie, y el de apoyo unilateral, que hace referencia al pie que está apoyado mientras el otro se encuentra en la fase de oscilación o balanceo.^{7,8}

Una descripción más detallada del ciclo de la marcha corresponde a los parámetros espacio-temporales cinemáticos como la longitud y la anchura del paso, la cadencia y la velocidad de la marcha.

El paso es el acontecimiento que ocurre entre el contacto de un talón y el apoyo continuado del talón contralateral. La longitud del paso se trata de la distancia entre el apoyo inicial de un pie y el del pie contrario, mientras que la distancia total de dos pasos se denomina zancada. La anchura es la separación lateral entre los dos pies, también se denomina base de sustentación. La cadencia es la cantidad de pasos que da una persona en un determinado tiempo. Por último, la velocidad de la marcha se define como el trayecto recorrido por el cuerpo humano en la unidad de tiempo. También se puede calcular como el producto de la longitud del paso por su cadencia.^{7, 8}

En 1948, la Organización Mundial de la Salud (OMS) define salud como “estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades”. También afirma que la salud es un derecho fundamental del ser humano.⁹

Por otra parte, el podólogo es el facultativo encargado de diagnosticar, prevenir y tratar las afecciones y deformidades de los pies. Su labor no es realizar un seguimiento de la evolución del embarazo pero sí contribuir a la prevención, disminución o solución de las molestias que se generan durante la gestación en las extremidades inferiores. El análisis de la marcha en mujeres embarazadas es muy útil para numerosas aplicaciones, como la prevención, el diagnóstico y elección de tratamientos. Por ello, el objetivo de esta revisión bibliográfica es recopilar información basada en la evidencia científica de cómo influye el embarazo sobre los parámetros cinemáticos espacio-temporales del ciclo de la marcha.

3 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA CLÍNICA

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2018, último año del que se tiene registro de alumbramientos, ha habido 372.777 nacimientos. Se conoce que durante la gestación la mujer sufre numerosos cambios fisiológicos y anatómicos, muchos de ellos en relación con las extremidades inferiores, lo que compete al podólogo. Teniendo en cuenta la elevada

cifra de nacimientos anuales se hace obvia la necesidad de comprobar y revisar la literatura con la que contamos al respecto.

Para poder llevar a cabo la búsqueda y la lectura crítica de la información recopilada es necesario elaborar una pregunta clínica. Para ello hemos utilizado el sistema de elaboración de preguntas clínicas PICO, descomponiendo así la pregunta en los siguientes elementos:

Población	Mujeres
Intervención	Embarazadas
Comparación	No embarazadas
Resultados	Patomecánica

Tabla 1. Sistema de elaboración de preguntas PICO

A partir de estos elementos formulamos la siguiente pregunta:

- ¿Influye la gestación en los parámetros espacio-temporales de la marcha de una mujer?

4 METODOLOGÍA

Una vez establecidos los objetivos y formulada la pregunta de estudio para la presente revisión, a continuación, se procede a realizar la búsqueda de la literatura más destacada para responder a la pregunta clínica anteriormente planteada.

Para la elaboración del trabajo se utiliza una metodología basada en la evidencia científica. Para poder establecer unos límites en la selección de la información se implantan los criterios de inclusión y exclusión planteados en el siguiente subapartado, que serán los empleados en las distintas bases de datos examinadas.

4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

En la revisión actual se establecen los siguientes criterios de inclusión:

Modificación de los parámetros espacio-temporales de la marcha durante el embarazo: Revisión sistemática.

- Bibliografía que incluya artículos originales como estudios de casos y controles, estudios de cohortes, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis.
- Uso de bases de datos que contengan artículos que posean evidencia científica.
- Literatura en lengua española, inglesa o portuguesa.
- El criterio temporal se limita a artículos publicados desde del año 2010.
- Mujeres embarazadas, independientemente de que sean primíparas o que hayan experimentado embarazo previamente.
- No se tendrá en cuenta la situación social, ni económica y tampoco la edad.
- Mujeres saludables, que no presenten antecedentes de afecciones destacables o crónicas.

Los criterios establecidos en esta revisión para la exclusión de artículos son los siguientes:

- Publicaciones de gestantes que presentaran deformidades o alteraciones musculoesqueléticas previas. Así como, afecciones destacadas o crónicas.
- Mujeres con presencia de desajustes hormonales.
- Artículos que no se centren en la materia principal.
- Bibliografía anterior al año 2010 o redactados en idiomas diferentes al español, inglés o portugués.
- Bibliografía como opiniones, disertaciones, cartas al director, reseñas bibliográficas, artículos de opinión o reflexión, artículos especiales o de colaboración.

4.2 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

En este apartado se muestra de forma detallada la estrategia de búsqueda utilizada para la obtención de la información relevante para conseguir la respuesta adecuada a las pregunta del estudio. Desde marzo a abril del año 2020 se realiza una búsqueda bibliográfica. Para ello se consultan las siguientes bases de datos electrónicas:

1. Biblioteca Cochrane Plus: la Colaboración Cochrane elabora esta base de datos con la que difunden revisiones sistemáticas elaboradas a partir de ensayos clínicos controlados y otros estudios desarrollados por esta entidad. El acceso a esta base

de datos se realiza a través de la página web del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.

2. Dialnet: se trata de un portal bibliográfico que da visibilidad a literatura científica hispana. Se utiliza como una herramienta para la búsqueda de información. Proporciona la integración de distintos recursos y servicios documentales como bases de datos de contenidos científicos hispanos. En la actualidad consta con un gran número de documentos, en concreto unos 6.813.467, entre ellos se puede encontrar desde artículos de revista, libros y artículos de libros colectivos, actas de congresos, tesis doctorales hasta reseñas de otras publicaciones.
3. Pubmed: es una base de datos de acceso libre especializada en ciencias de la salud. Engloba más de 30 millones de citas de literatura biomédica de MEDLINE, libros en línea y revistas de ciencias de la vida. Presenta una amplia cobertura temática y una constante actualización.
4. Scopus: esta base de datos bibliográfica editada por Elsevier es creada en 2004. Incluye resúmenes y citas de artículos de revistas científicas.
5. SciELO: es una biblioteca virtual que ofrece artículos de investigación de América Latina, España, Portugal, el Caribe y Sudáfrica. Este recurso electrónico publica colecciones nacionales y regionales de revistas científicas.

Para afinar los resultados obtenidos en las bases de datos se utilizaron operadores booleanos AND, OR o NOT. Gracias a su uso se puede jugar con los términos de búsqueda empleados, combinarlos y establecer una relación entre ellos.

A continuación se muestra una tabla con las bases de datos, los términos de búsqueda, el número de resultados obtenidos y de artículos seleccionados:

Bases de datos	Estrategia de búsqueda	de	Resultados obtenidos	Artículos seleccionados
Biblioteca Cochrane	Women pregnant pregnancy gait	AND OR AND	476 revisiones	0
Dialnet	Pregnant pregnancy gait AND podiatry OR foot	OR AND AND	4	1
Pubmed	Women pregnant pregnancy gait	OR OR AND	21901	5
Scopus	Women pregnant pregnancy gait	AND OR AND	128	11 seleccionados – 5 seleccionados anteriormente= 6
SciELO	Pregnant pregnancy gait	OR AND	9	1
TOTAL				13

Tabla 2. Estrategia de búsqueda.

4.3 ESTABLECIMIENTO DE VARIABLES

- Velocidad.
- Cadencia.
- Longitud del paso.
- Anchura del paso.
- Fase de doble apoyo.
- Fase de apoyo único.

El objetivo de estas variables es conocer si el embarazo influye sobre ellas.

5 RESULTADOS

Estudio podobarométrico en gestantes. (2010):

Para realizar este estudio se basan en bibliografías anteriores pero ampliando la muestra de estudio con un número superior de 100 mujeres en distintas fases gestacionales. Con la utilización de un baropodómetro estudian durante la dinámica y la estática los valores podométricos del tiempo de contacto con el suelo y la cadencia, para continuar con un análisis estadístico sobre los valores obtenidos.

La cadencia de la marcha y el aumento de peso modifican las presiones plantares. El tiempo de contacto con el suelo y la cadencia se modificaron, lo mismo ocurre con la base de sustentación a lo largo del embarazo, que provoca cambios en el ángulo de Fick. El estudio presenta distintas limitaciones ya que el ritmo de cadencia es libre, por lo que sugiere realizar estudios a diferentes cadencias o velocidades.

Changes of kinematic gait parameters due to pregnancy. (2012):

El fin de este estudio es investigar variaciones que ocurren en la marcha durante la gestación. Para ello se equiparan las variables cinemáticas de trece mujeres antes, durante y después del embarazo. En cada fase se anota el peso y la distancia entre las crestas ilíacas de cada participante. Los datos de la marcha se recogen con la ayuda de 5 cámaras infrarrojas y 39 marcadores colocados desde la cabeza hasta los miembros inferiores.

Los términos cinemáticos espacio-temporales analizados son la velocidad, la cadencia, la longitud del paso, la fase de apoyo único y doble y, por último, el ancho del paso. Todos los parámetros sufren variaciones durante el embarazo que se regulan 6 meses tras el parto.

Avaliação da inicialização da marcha na gestante de baixo risco nos três trimestres gestacionais. (2012):

El objeto de estudio de esta investigación es detallar cómo se inicia la marcha de las mujeres gestantes y comparar los datos entre cada trimestre de embarazo. Participan 57

mujeres embarazadas de las que se toman los datos antropométricos y a través de dos plataformas de presiones los datos cinemáticos. Las mujeres se posicionan con un pie en cada plataforma hasta que se les indica que inicien la marcha.

El aumento de peso, de volumen abdominal y de los senos produce alteraciones en el equilibrio y aumentan el riesgo de caídas. Estas alteraciones conllevan modificaciones en los parámetros espacio-temporales de la marcha como son la reducción de la velocidad y de la amplitud del paso y, por lo tanto, el aumento del tiempo de apoyo; los que se mantienen hasta cuatro meses después del parto.

El estudio informa que con estos cambios la gestante pretende adecuarse para posteriormente iniciar la marcha reduciendo el peligro de inestabilidad y de caídas. En cuanto a las limitaciones, sugieren la necesidad de un mayor número de participantes, ya que fueron muchas las que abandonaron, y un periodo de estudio más amplio.

Kinematic Analysis of Gait in the Second and Third Trimesters of Pregnancy. (2013):

Uno de los objetivos de este estudio es describir los parámetros espacio-temporales durante la marcha en el segundo y tercer trimestre de gestación comparándolos con mujeres no embarazadas como grupo control. Un total de 34 mujeres, veintidós embarazadas y doce que no lo estaban, son las que participan. Las variables espacio-temporales se recogen haciendo caminar a las participantes descalzas y a velocidad natural una distancia de diez metros sobre plataformas de presiones.

Gran parte de los parámetros espacio-temporales no sufren cambios entre trimestres pero si al comparar cada trimestre con el grupo control. Los parámetros que alteraron sus valores son la velocidad, la longitud de la zancada, el ancho de la zancada, el tiempo de ciclo y el tiempo de doble apoyo. Estas modificaciones sugieren que tienen fines de aumentar la estabilidad del cuerpo.

Trunk motion and gait characteristics of pregnant women when walking: report of a longitudinal study with a control group. (2013):

En este estudio se analizan las características espacio-temporales del ancho del paso, la longitud de la zancada y la velocidad del ciclo de la marcha a medida que transcurre el embarazo y tras el mismo.

Participan 9 mujeres embarazadas y grupo control de 12 mujeres nulíparas. Las gestantes fueron analizadas a las 18 semanas o antes, a las 24, a las 32 y a las 38 semanas de gestación. A una velocidad natural, a través de marcadores reflectantes, con el uso de 8 cámaras y una pasarela de presiones se recopilan los datos. Se analiza que con el avance del embarazo el ancho del paso y la longitud de la zancada sufren alteraciones, que tras ocho semanas del parto se normalizan.

El estudio recomienda la realización de más investigaciones por el hecho de que el número participantes es reducido y para examinar la actividad de la musculatura del tronco anterior y posterior durante la dinámica de la gestación.

Changes in the spinal curvature, degree of pain, balance ability, and gait ability according to pregnancy period in pregnant and nonpregnant women. (2015):

El propósito de este estudio es diferenciar la magnitud del dolor, la capacidad de caminar y equilibrarse entre mujeres gestantes durante el segundo y tercer trimestre y no embarazadas. Un total de 34 sujetos participan en el estudio, 19 mujeres embarazadas en el segundo trimestre y son 16 en el tercero ya que 3 deciden abandonar, en cuanto a las participantes no embarazadas son un total de 15.

Con una pasarela de presiones se investigan las variables espacio-temporales. En cuanto a la velocidad y la cadencia sufren variaciones durante el embarazo en comparación con las no gestantes. Observan que en una superficie estable el equilibrio aumenta hacia el tercer trimestre de embarazo pero es semejante al de las mujeres no embarazadas, mientras ocurre lo contrario si la superficie es inestable. En cambio, en superficies inestables el equilibrio de las mujeres embarazadas disminuye en los dos trimestres en comparación con las mujeres que no lo están.

Los resultados obtenidos sobre la velocidad en mujeres embarazadas coinciden con varios estudios pero difieren con los resultados de otros según el periodo de gestación en el que se encuentre la mujer. Por ello, el estudio sugiere una investigación de los factores

vinculados con la velocidad de la dinámica de las gestantes. También alude que la modificación de esta velocidad puede deberse a un debilitamiento de los extensores de la articulación de la cadera y los flexores de la articulación de la rodilla.

Temporal and spatial parameters of gait during pregnancy. (2015):

El fin de este estudio es explicar los cambios que se producen en las variables espacio-temporales durante los últimos cuatro meses de embarazo y tras el parto. La comparación también se realiza con mujeres nulíparas para poder describir la influencia de la gestación sobre el patrón biomecánico de la dinámica. Participan un total de 93 mujeres, un grupo de 58 mujeres embarazadas, otro de 9 mujeres postparto y 26 nulíparas. Primero se anotan los datos antropométricos de todas las participantes para a continuación, obtener los datos cinemáticos a través de una pasarela de presiones.

Se analiza la longitud de la zancada y del paso, el ancho del paso, la velocidad de la marcha y de la zancada, el tiempo de paso y del ciclo de la marcha, el soporte doble y único, la oscilación y la postura.

Para finalizar, el estudio afirma que el patrón de la marcha sufre cambios significativos a lo largo de la gestación y que muestra diferencias con respecto al de las mujeres nulíparas. Además, las modificaciones producen mayor estabilidad y seguridad durante la dinámica. Tras el parto se mantienen similares las características de la velocidad disminuida, los pasos más cortos, la fase de oscilación reducida y fase de postura incrementada. Hasta pasado medio año tras el parto no se normalizan tales características, ya que es el tiempo medio necesario para recuperar el peso previo al embarazo.

Effects of additional anterior body mass on gait. (2016):

El propósito de este estudio es imitar el embarazo al incorporar una masa anterior y así comprobar si se alteran los parámetros de la marcha en dieciocho mujeres. Se analizan parámetros espacio-temporales a una velocidad pausada natural y obligada. Al simular el embarazo en mujeres no embarazadas se evitan las consecuencias de las alteraciones hormonales que ocurren en el embarazo. Con la ayuda de 10 cámaras y 29 marcadores colocados en los miembros inferiores se recopilan los datos haciendo caminar a las participantes en una cinta de correr. Para la simulación del embarazo se utiliza un arnés de

1k al cual se le añade peso a medida que se fase de embarazo quiera simularse, añadir 5.535 kg equivale a 5-7 meses de embarazo y 10.09 kg a 8-9 meses.

Según los resultados obtenidos sí que se producen cambios en los parámetros espacio-temporales. El aumento de peso y una velocidad de paso menor durante el embarazo producen estas alteraciones. Además, estos cambios aumentan el peligro de que se produzcan caídas pero a su vez estos aumentan la estabilidad. Se comprueba que al agregar masa en la zona anterior del cuerpo los patrones de la marcha eran semejantes a los de mujeres gestantes.

Adaptive changes in spatiotemporal gait characteristics in women during pregnancy. (2016):

El objetivo de este estudio es evaluar los parámetros espacio-temporales de la marcha durante el embarazo y compararlos con los obtenidos tras el parto en 28 mujeres embarazadas. Para determinar los datos las participantes caminan por una pasarela de presiones a velocidad natural con electrodos de cobre colocados en la suela de los zapatos. También se recogen medidas antropométricas.

La velocidad, la longitud del paso, el ancho del paso, la fase de apoyo y doble apoyo se ven alterados durante el embarazo. Estas modificaciones se normalizan 6 meses después del parto, por lo que se cree que el aumento de peso precipita la aparición de estos cambios. La finalidad de estos es aumentar la estabilidad y la seguridad durante la dinámica.

Relationship between gait kinematics and walking energy expenditure during pregnancy in South African women. (2018):

Con este estudio los autores investigan si existe durante la gestación relación entre los cambios cinemáticos de la marcha y el gasto de energía al caminar. Se describen durante cada trimestre de embarazo los parámetros de 35 mujeres embarazadas. Los datos cinemáticos se evalúan a través de una velocidad determinada mediante un análisis de movimiento en 3D.

En este estudio existen relaciones notables entre la cinemática de la marcha y el consumo de energía para deambular pero las diferencias entre trimestres no son significativas. La

velocidad disminuye sobre todo en el tercer trimestre de embarazo. La relación entre la velocidad y el consumo de energía se determina por el centro de gravedad. Los cambios que se producen en el ancho del paso y el tiempo de doble apoyo hacen que la velocidad disminuya pero a su vez aumentan el equilibrio. Por lo contrario, estos cambios pueden desencadenar una dinámica deficiente que produzcan un incremento del consumo de energía, ya que hecho de que la base de apoyo sea mayor conduce a movimientos de lado a lado del centro de gravedad aumentando así el gasto energético.

El estudio muestra varias limitaciones, una de ellas es no haber registrado el peso previo al embarazo de todas las participantes. Otra es el abandono de los participantes, que no permite realizar un seguimiento longitudinal para determinar las variaciones habituales de los parámetros analizados que se producen durante la gestación

Spatio-temporal gait parameters during pregnancy and postpartum. (2018):

La finalidad de este estudio es investigar en 70 mujeres embarazadas las variables espacio-temporales de la marcha en diferentes fases de la gestación y el postparto. Las variables espacio-temporales analizadas son la duración del paso, del doble apoyo, la longitud del paso, del ciclo de la marcha y la cadencia. Estos parámetros se evalúan a través de una pasarela de presiones a velocidad natural.

Los valores de las variables espacio-temporales se modifican de forma gradual a lo largo de la gestación, llegan al pico máximo en el último trimestre y disminuyen 6 semanas tras el parto. Estos cambios muestran que las gestantes deambulan pausadamente a la vez que se desarrolla el embarazo, pudiendo deberse a la inestabilidad postural.

El estudio sugiere la realización de un estudio futuro que analice cómo influye el calzado y los ejercicios en los parámetros analizados

Does the first trimester of pregnancy induce alterations in the walking pattern? (2019):

La finalidad del estudio longitudinal es comprobar si el patrón de la marcha en el primer trimestre de embarazo presenta modificaciones en confrontación con el patrón previo al embarazo. Participan 35 mujeres en la fase inicial del estudio previo al embarazo y en la

segunda solo se incluyen 14 participantes embarazadas. Se recogen los datos antropométricos y cinemáticos. Los segundos se valoran a una velocidad impuesta gracias a 5 cámaras infrarrojas, 39 marcadores reflectantes colocados de cabeza a pies y una plataforma de presiones.

Se analiza la cadencia, el apoyo único y doble, la longitud de la zancada, la velocidad, tiempo de contacto del pie con el suelo, ancho del paso y la base de apoyo.

Los investigadores señalan que en el periodo de embarazo analizado no se registran cambios significativos de los valores espacio-temporales y que los resultados coinciden con estudios previos.

Progressive changes in walking kinematics throughout pregnancy—A follow up study. (2019):

Analizar los efectos de la gestación en la cinemática locomotora es el fin de este estudio. Integra una investigación longitudinal sobre la cinemática de la marcha, el nivel de actividad física y el equilibrio energético. En este estudio, dividido en tres trimestres, participan en una primera fase treinta y seis mujeres y en la segunda treinta. Se recogen datos sobre la antropometría, la velocidad, la cadencia, la longitud de la zancada, la duración del apoyo único y el ancho del paso. La dinámica se analiza con 5 cámaras infrarrojas y 39 marcadores colocados en el cuerpo.

Este estudio no halla variaciones notables en las variables espacio-temporales entre cada fase pero sí que encuentra cambios en los datos sobre el soporte único y la base de sustentación. En el último trimestre de embarazo se muestra relación entre la base de sustentación, la velocidad, la longitud de la zancada y la actividad física y el gasto energético.

6 DISCUSIÓN

Después de haber realizado una búsqueda exhaustiva de la bibliografía incluida, analizaremos los resultados obtenidos en cada estudio de las variables expuestas en el

apartado de métodos. En este apartado examinaremos si la gestación influye en los parámetros espacio-temporales de la marcha de la mujer.

Influencia del embarazo en la marcha:

El estudio realizado por Forczeck W y Staszkiwicz R¹¹ notifica que la velocidad durante el tercer trimestre de gestación es significativamente menor que antes y después del embarazo, con una diferencia aproximadamente de un 8%. El estudio que realizan de Sousa Andrade SR et al.¹² coincide en que durante el embarazo la velocidad se ve reducida a medida que transcurre el embarazo. Krkelijas Z y Moss SJ¹⁹ también obtienen resultados que confirman que se produce una reducción de la velocidad de la marcha, lo que aumenta el tiempo de reacción ante desequilibrios durante la dinámica. Gill SV et al.¹⁷ observan que la velocidad se reduce a medida que aumenta el peso. Bertuit J et al.¹⁶ correlacionan la disminución de la velocidad en el último trimestre con el incremento de peso. Blaszczyk JW et al.¹⁸ estudian los parámetros espacio-temporales de la marcha entre mujeres embarazadas y tras parto y comparten que el valor mínimo de la velocidad se produce en el tercer trimestre y el mayor 6 meses tras el parto. Ramachandra P et al.²⁰ obtienen las mismas conclusiones que en el estudio de Blaszczyk JW et al.¹⁸. Según Yoo H et al.¹⁵ la velocidad de la marcha se reduce en el segundo y tercer trimestre de embarazo en comparación con mujeres no embarazadas, mostrando el valor mínimo en el último trimestre. Por lo contrario, en el estudio de Forczeck W et al.²⁴ la velocidad entre los trimestres no mostró diferencias significativas. En otro estudio realizado por Forczeck W et al.²³ afirman que la velocidad no sufre vaciaciones en el primer trimestre de gestación. Branco M et al.¹³ realizan un estudio en el que no se observan variaciones en la velocidad en el segundo o tercer trimestre de embarazo al compararlo con el grupo control de mujeres nulíparas. La velocidad según Gilleard WL¹⁴ se mantiene sin variaciones durante todo el embarazo.

La cadencia según Forczeck W y Staszkiwicz R¹¹ en las mujeres embarazadas se diferencia menor de 3 a 5 pasos/min con respecto la fase previa al embarazo o en el postparto pero dichos resultados se normalizan en medio año tras el parto. En el estudio padobarométrico por Gómez A et al.¹⁰ coinciden en que la cadencia se ralentiza durante la gestación. Ramachandra P et al.²⁰ encuentran una disminución gradual de la cadencia a lo largo del embarazo que se acentúa en el tercer trimestre pero que se normaliza a las 6

semanas tras el parto. También se reduce la cadencia de forma paulatina en el estudio de Yoo H et al.¹⁵ durante los dos últimos trimestres de gestación, siendo los valores en el segundo trimestre de 108.68 pasos/min y de 98 pasos/min en el tercero; mientras que en mujeres no embarazadas es de 113.76 pasos/min. Bertuit J et al.¹⁶ analizan que la cadencia disminuye un 10% durante el tercer trimestre de embarazo. De forma contraria, Forczek W et al.²⁴ muestran en su estudio que la cadencia no sufre modificaciones significantes entre los trimestres. Forczek W et al.²³ realiza otro estudio en el que mantiene que la cadencia no muestra cambios significativos en el primer trimestre de embarazo.

La longitud del paso según Forczek W y Staszkiwicz R¹¹ se diferencia en un centímetro entre el estado previo y tras el embarazo pero, en cambio, en las mujeres embarazadas disminuye entre 3 y 4 cm con respecto a los anteriores resultados. Blaszczyk JW et al.¹⁸ comparan la longitud del paso durante el embarazo temprano, tardío y a los 2 y 6 meses tras el parto; en su estudio se observa una disminución de 9 centímetros durante el embarazo en fase tardía mientras que en el embarazo temprano y 2 meses tras el parto se reducen 6 cm de la longitud en cada fase. De la misma forma, de Sousa Andrade SR et al.¹² comparten que la longitud del paso se reduce de forma gradual con el desarrollo del embarazo. Tanto el estudio de Branco M et al.¹³ como el estudio de Gilleard WL¹⁴ y el de Bertuit J et al.¹⁶ coinciden con los resultados anteriores al observar una reducción en la longitud del paso de forma significativa en el tercer trimestre. En el estudio de Gill SV et al.¹⁷ simulan el efecto del embarazo en el segundo y tercer trimestre al añadir masa en la zona abdominal anterior, de esta forma observan que la longitud del paso se ve disminuída en el tercer trimestre tanto a velocidad natural como al imponer una velocidad lenta. Ramachandra P et al.²⁰ hallan una disminución en la longitud del paso que se observa más marcada en el tercer trimestre y que practicamente se normaliza a las 6 semanas tras el parto. De forma antagónica, Forczek W et al.²⁴ revelan que la longitud no sufre cambios significativos entre los trimestres de embarazo. Forczek W et al.²³ lleva a cabo un nuevo estudio en el que concluye que no se producen cambios notables en esta variable durante el primer trimestre de gestación.

El resultado sobre el ancho de paso según Forczek W y Staszkiwicz R¹¹ indica que las gestantes superan entre 1.5 – 2 cm el valor registrado en mujeres antes y después del embarazo, sobrepasando los 18 cm. A su vez, el valor registrado tras el embarazo tiende a

igualarse en los 6 meses posteriores con el de las mujeres no embarazadas. Gilleard WL¹⁴ coinciden con el estudio anterior ya que el ancho del paso aumenta a medida que progresa el embarazo alcanzando el pico máximo en el tercer trimestre, también observan que se normaliza tras el parto. Forczek W et al.²⁴ coinciden con los resultados observando un aumento gradual del ancho del paso acentuado en el tercer trimestre. Gill SV et al.¹⁷ también concuerdan en que el ancho del paso aumenta hacia el final del embarazo y que normaliza tras el parto a la vez que el peso corporal. Krkelijas Z y Moss SJ¹⁹ perciben en su estudio que el ancho de paso aumenta a la vez que transcurre el embarazo y argumentan que al aumentar la base de apoyo también lo hace la estabilidad. Otro estudio que realizan Forczek W et al.²³ confirman que el ancho del paso durante el primer trimestre aumenta de forma significativa y que puede tener relación con el aumento del ancho de la pelvis en el embarazo. Bertuit J et al.¹⁶ informan de un aumento del ancho del paso de 2 cm (15%) al equiparlo con mujeres nulíparas. Por lo contrario, Branco M et al.¹³ realizan un estudio en el que el ancho del paso no muestra variaciones significativas en el segundo y tercer trimestre de gestación al compararlo con mujeres no embarazadas.

Forczek W y Staszkiwicz R¹¹ analizan que la fase de doble apoyo aumenta 0.2 s durante el embarazo en comparación del estado anterior y posterior a la gestación. Esto supuso un incremento de la duración de esta fase en un ciclo de la marcha a un 35%, mientras que en los otros estados oscila entre 31-33%. de Sousa Andrade SR et al.¹² concuerdan con estos hallazgos afirmando que las embarazadas apoyan los pies por más tiempo pero que se normaliza pasado los 4 meses tras el parto. de Sousa Andrade SR et al.¹² no son los únicos que obtienen esos resultados, sino que Ramachandra P et al.²⁰ también observan un aumento de esta fase que se acerca a valores normales a las 6 semanas después del parto. Branco M et al.¹³ también coinciden en la teoría de que la fase de doble apoyo se ve aumentada significativamente en el tercer trimestre al compararlo con gestantes en el segundo trimestre de embarazo y mujeres no embarazada. Krkelijas Z y Moss SJ¹⁹ observan un aumento gradual a lo largo del embarazo que está relacionado con la disminución de la velocidad. Blaszczyk JW et al.¹⁸ comparten las conclusiones anteriores en cierta medida, ya que en su estudio se observa un aumento paulatino del tiempo de la fase de doble apoyo desde el primer trimestre, siendo mayor en el embarazo tardío pero reduciéndose tras el parto. Gill SV et al.¹⁷ observan que al imponer una velocidad lenta se aumenta el tiempo de apoyo doble sobre todo en el tercer trimestre. Sin embargo, Bertuit J et al.¹⁶ observan un aumento de esta fase entre 5-7% a cualquier velocidad (velocidad

natural, velocidad impuesta lenta o rápida). Por otro lado, *Forczek W et al.*²³ realiza un estudio durante el primer trimestre de embarazo que no revela modificaciones en la fase de doble apoyo.

Fase de apoyo único en el estudio de *Forczek y Staszkievicz R*¹¹ no sufre cambios significativos con respecto a la marcha en las mujeres gestantes. *Forczek W et al.*²³ tampoco observa alteraciones en estudio posterior durante el primer trimestre de embarazo. De la misma forma, *Branco M et al.*¹³ observan en sus resultados que el apoyo único no sufre cambios importantes durante el segundo y tercer trimestre de embarazo cuando lo comparan con mujeres no gestantes. Sin embargo, *Forczek W et al.*²⁴ revelan que el tiempo de apoyo único se ve disminuído de forma significativa en el tercer trimestre. *Bertuit J et al.*¹⁶ encuentran una disminución en la fase de soporte único que podría tratarse de una compensación ya que se trata de un periodo que necesita una elevada movilización muscular para soportar el peso corporal en una sola pierna. Por otro lado, *Gómez A et al.*¹⁰ no encuentran diferencias en el tiempo de apoyo entre cada pie pero si observan un aumento durante el periodo gestacional que puede estar relacionado con una cadencia baja. *Blaszczyk JW et al.*¹⁸ también observan un aumento progresivo del apoyo único a medida que transcurre el embarazo alcanzando su pico máximo en el tercer trimestre, el cual se comienza a normalizar tras el parto alcanzando el valor mínimo a los 6 meses después del parto.

7 CONCLUSIÓN

Tras haber analizado todos los artículos de la presente revisión se concluye:

- El embarazo influye en los parámetros espacio-temporales de la marcha
- Las modificaciones tienen la finalidad de aumentar la estabilidad y disminuir el gasto de energía durante la marcha.
- Los cambios se intensifican hacia el final del embarazo debido al aumento de peso pero se normalizan pasados los 6 meses tras el parto.
- Los resultados de algunos artículos difieren debido a la variable velocidad, la cual incide en el resto de variables.

8 BIBLIOGRAFÍA

1. Chidiebele Petronilla O, Emeka Godson A, Ginika Gladys N. Correlation between Foot Arch Index and the Intensity of Foot, Knee, and Lower Back Pain among Pregnant Women in a South-Eastern Nigerian Community. *Med Princ Pract*. 2017 Diciembre; 26(5).
2. López López D, Rodríguez Vila I, Losa Iglesias ME, Rodríguez Sanz D, Calvo Lobo C, Romero Morales C, et al. Impact of the quality of life related to foot health in a sample of pregnant women. *Medicine*. 2017 marzo; 96(12).
3. Geraldine Wittkopf , Kretzer J, Machado Borges D, Moraes Santos G, Flores Sperandio F. Biomechanical characteristics of feet during pregnancy and puerperium: a case study. *Scientia Medica*. 2015; 25(1).
4. Oseguera Oyuela EJ. Caminar durante la gestación, parto y postparto: beneficios para la madre y el recién nacido. Revisión sistemática. UDI-DEGT-UNAH. 2017.
5. Mata F, Chulvi I, Roig J, Heredia JR, Isidro F, Benítez Sillero JD, et al. Prescripción del ejercicio físico durante el embarazo. *Rev Andal Med Deporte*. 2010 Junio; 3(2): p. 68-79.
6. Aguilar Cordero MJ, Sánchez López AM, Rodríguez Blanque R, Noack Segovia JP, Pozo Cano MD, López Contreras G, et al. Actividad física en embarazadas y su influencia en parámetros materno-fetales; revisión sistemática. *Nutr. Hosp*. 2014 Octubre; 30(4).
7. Martín Noguerras A, Calvo Arenillas JL, Orejuela Rodríguez J, Barbero Iglesias FJ, Sánchez Sánchez C. Fases de la marcha humana. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología* . 1999 Enero; 2(1): p. 44-49.
8. Collado Vázquez S. Análisis de la marcha humana con plataformas dinamométricas : influencia del transporte de carga. *E-Prints Complutense*. 2004.
9. Salud OMdl. OMS. [Online].; 2020. Available from: <https://www.who.int/es>.
10. Gómez Seguí A, Lorente Gual R, Torralba Estellés J. Estudio podobarométrico en gestantes. *Therapeía: estudios y propuestas en ciencias de la salud*. 2010;(2): p. 43-52.
11. Forczek W, Staszkiwicz R. Changes of kinematic gait parameters due to pregnancy. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2012; 14(4).
12. de Sousa Andrade SR, da Silva Azevedo Nora FG, Silveira de Avelar I, Soares V, Naves do Amaral W, Fraga Vieira M. Avaliação da inicialização da marcha na gestante de baixo risco nos três trimestres gestacionais. *Rev. Bras. Ginecol Obstet*. 2012 Agosto; 34(8).
13. Branco M, Santos-Rocha R, Aguiar L, Vieira F, Veloso A. Kinematic Analysis of Gait in the Second and Third Trimesters of Pregnancy. *J Pregnancy*. 2013 Enero; 2013.

14. Gilleard WL. Trunk motion and gait characteristics of pregnant women when walking: report of a longitudinal study with a control group. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013 Marzo; 13.
15. Yoo H, Shin D, Song C. Changes in the spinal curvature, degree of pain, balance ability, and gait ability according to pregnancy period in pregnant and nonpregnant women. *J Phys Ther Sci*. 2015 Enero; 27(1): p. 279-284.
16. Bertuit J, Feipel V, Rooze M. Temporal and spatial parameters of gait during pregnancy. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2015 Agosto; 17: p. 93-101.
17. Gill SV, Ogamba M, Lewis CL. Effects of additional anterior body mass on gait. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2016 Mayo; 16.
18. Blaszczyk JW, Opala-Berdzik A, Plewa M. Adaptive changes in spatiotemporal gait characteristics in women during pregnancy. *Gait Posture*. 2016 Enero; 43.
19. Krkeljas Z, Moss SJ. Relationship between gait kinematics and walking energy expenditure during pregnancy in South African women. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2018; 10(1).
20. Ramachandra P, Maiya AG, Kumar P, Kamath A. Spatio-temporal gait parameters during pregnancy and postpartum. *Online Journal of Health and Allied Sciences*. 2018 Enero; 17(1).
21. Forczek W, Maston A, Fraczek B, Curylo M, Salamaga M, Suder A. Does the first trimester of pregnancy induce alterations in the walking pattern?. *PLoS ONE*. 2019 Enero; 14(1).
22. Forczek W, Ivanenko Y, Curylo M, Fraczek B, Masion A, Salamaga M, et al. Progressive changes in walking kinematics throughout pregnancy—A follow up study. *Gait & Posture*. 2019 Febrero; 68: p. 518-524.