

Facultade de Enfermaría e Podoloxía



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

TRABALLO DE FIN DE GRAO:

“INFLUENCIA DEL HALLUX LIMITUS/RIGIDUS EN LA MARCHA”.

Curso académico 2019 /2020

IRIA CASTRO FERNÁNDEZ

Director del trabajo: MANUEL SOTO ROMERO

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Resumen estructurado | 4 |
| 2. Índice de acrónimos | 8 |
| 3. Introducción | 9 |
| 4. Formulación de la pregunta de estudio | 13 |
| 5. Metodología | 13 |
| 5.1 Criterios de inclusión..... | 13 |
| 5.2 Criterios de exclusión..... | 13 |
| 5.3 Descripción de la estrategia de búsqueda | 14 |
| 6. Resultados | 16 |
| 6.1 Cinemática..... | 16 |
| 7. Discusión | 19 |
| 8. Conclusión | 21 |
| 9. Bibliografía | 22 |
| 10. Anexos | 25 |

1. Resumen estructurado

Objetivos

Cuando la primera articulación metatarsofalángica no alcanza durante la marcha 20° de flexión dorsal pero sí existe un rango de movimiento de flexión dorsal pasiva de 65°-75° de la misma en descarga, estamos ante un Hallux Limitus Funcional, que hace referencia al primer estadio de un largo proceso degenerativo de la primera articulación metatarsofalángica.

Debido a la gran incidencia de esta alteración desde edades tempranas y que resulta un largo proceso degenerativo es necesario conocer todas las compensaciones realizadas secundarias a esta patología.

Metodología

Revisión bibliográfica de artículos publicados al respecto en las principales bases de datos científicas: Pubmed, Scopus, Cochrane, Sportdiscus, Web of science y Dialnet.

La búsqueda bibliográfica se ha llevado a cabo mediante la introducción de los mismos términos mesh en todas las bases de datos, y se seleccionaron aquellos artículos que cumplieron los criterios de inclusión.

Resultados

Tras realizar la búsqueda bibliográfica, sólo 7 artículos han sido seleccionados para tratar de responder a la pregunta de éste trabajo.

Los mayores resultados observados están en la cinemática de tobillo, en la que varios estudios afirman que existe un aumento de la flexión dorsal del tobillo durante el final de la fase de apoyo y, durante la propulsión, la flexión plantar se ve reducida.

Otro hallazgo importante es el relacionado con las presiones plantares, ya que varios estudios, relacionan la reducción del rango dinámico de flexión dorsal de la 1ª AMTF con la existencia de un incremento de la magnitud de las presiones en el hallux y en la región lateral del antepie y una disminución de las presiones de la región medial del antepie.

El ángulo y velocidad de la marcha ha sido un tema muy debatido en los estudios seleccionados. Habiendo discrepancias en algunos de ellos en cuanto a la influencia o no en la marcha con ésta patología.

Conclusión

La presencia de HL obliga a compensaciones a nivel tobillo aumentando la dorsiflexión durante el final del apoyo medio y disminuyendo la flexión plantar durante la propulsión.

Se asocia con ésta patología una disminución en la longitud del paso, de la fase de oscilación y de la velocidad de la marcha.

Abstract

When the first metatarsophalangeal joint does not reach 20° of dorsal flexion during the march but there is a range of passive dorsal flexion movement of 65°-75° of the same in discharge, we are facing a Functional Hallux Limitus, which refers to the first stage of a Long degenerative process of the first metatarsophalangeal joint. Due to the high incidence of this alteration from an early age and resulting in a long degenerative process, it is necessary to know all the compensations made secondary to this pathology.

Methodology

Bibliographic review of articles published in the main scientific databases: Pubmed, Scopus, Cochrane, Sportdiscus, Web of science and Dialnet. The bibliographic search has been carried out by introducing the same mesh terms in all databases, and those articles that met the inclusion criteria were selected.

Results

After conducting the bibliographic search, only 7 articles have been selected to try to answer the question of this work. The greatest results observed are in the ankle kinematics, in which several studies state that there is an increase in dorsal flexion of the ankle during the end of the support phase and, during propulsion, plantar flexion is reduced. Another important finding is that related to plantar pressures, since several studies relate the reduction in the dynamic range of dorsal flexion of the 1st AMTF with the existence of an increase in the magnitude of the pressures in the hallux and in the lateral region of the forefoot and a

“Influencia del hallux limitus/rigidus en la marcha” / Iria Castro Fernández

decrease in the pressures of the medial region of the forefoot. The angle and speed of the march has been a highly debated topic in the selected studies. There are discrepancies in some of them as to the influence or not in the march with this pathology.

Conclusion

The presence of HL forces compensation at the ankle level, increasing dorsiflexion during the end of the middle support and decreasing plantar flexion during propulsion. It is associated with this pathology a decrease in the length of the passage, the oscillation phase and the speed of the march.

Resumo estruturado

Obxectivos

Cando a primeira articulación metatarsofalánxica non alcanza os 20° de flexión dorsal durante a marcha, pero hai un rango de movemento de flexión dorsal pasivo de 65°-75° da mesma na descarga, estamos ante un Hallux Limitus funcional, que se refire á primeira etapa dun longo proceso dexenerativo da primeira articulación metatarsofalánxica.

Debido á alta incidencia desta alteración desde unha idade temperá e dando lugar a un longo proceso dexenerativo, é preciso coñecer todas as compensacións feitas secundarias a esta patoloxía.

Metodoloxía

Revisión bibliográfica de artigos publicados nas principais bases de datos científicas: Pubmed, Scopus, Cochrane, Sportdiscus, Web of science e Dialnet.

A busca bibliográfica realizouse introducindo os mesmos termos mesh en todas as bases de datos e seleccionáronse aqueles artigos que cumpriron os criterios de inclusión.

Resultados

Despois de realizar a busca bibliográfica, só 7 artigos foron seleccionados para tratar de responder á pregunta deste traballo.

Os maiores resultados observados están na cinemática do nocello, na que varios estudos afirman que hai un aumento da flexión dorsal do nocello durante o final da fase de apoio e, durante a propulsión, a flexión plantar é máis reducida.

Outro achado importante é o relacionado coas presións plantares, xa que varios estudos relacionan a redución do rango dinámico de flexión dorsal do 1º AMTF coa existencia dun aumento da magnitude das presións no hallux e na rexión lateral do pé e unha diminución das presións da rexión media do pé.

O ángulo e a velocidade da marcha foi un tema moi debatido nos estudos seleccionados. Nalgunhas delas hai discrepancias sobre a influencia ou non na marcha con esta patoloxía.

Conclusión

A presenza de HL obriga á compensación no nivel do nocello, aumentando a dorsiflexión durante o final do apoio medio e diminuíndo a flexión plantar durante a propulsión.

Está asociada a esta patoloxía unha diminución da lonxitude do paso, da fase de oscilación e da velocidade da marcha.

2. Índice de acrónimos

| ÍNDICE DE ACRÓNIMOS | |
|---------------------|--|
| HL | Hallux limitus |
| HR | Hallux rigidus |
| DF | Flexión dorsal |
| PF | Flexión plantar |
| ALI | Arco longitudinal interno |
| ASA | Articulación subastragalina |
| ROM | Rango de movimiento |
| MESH | Medical subject headings |
| USPSTF | Escala “preventive services task force” |

3. Introducción

La marcha humana es un proceso de locomoción en el cual el cuerpo humano, en posición erecta generalmente, se mueve hacia delante, siendo su peso soportado alternativamente por ambos miembros inferiores. La biomecánica de la marcha humana funciona gracias a complejos mecanismos neuromusculares.¹

El movimiento en el plano sagital de la 1ª AMTF es un importante componente en la función normal del pie durante la marcha, por lo que si está alterado, producirá mecanismos compensadores que podrán producir síntomas en el resto de las articulaciones, como puede ser la pronación de la articulación de la articulación subastragalina (ASA), flexión de tobillo, rodilla y cadera o rectificación de la lordosis lumbar.²

El ciclo de la marcha propiamente dicho comienza cuando el pie contacta con el suelo y termina con el siguiente contacto con el suelo del mismo pie. Los dos mayores componentes del ciclo de la marcha son: la fase de apoyo (60% del ciclo) y la fase de balanceo (40% del ciclo).^{3,4}

Hay cinco momentos que son útiles al subdividir la fase de apoyo: Contacto del talón, apoyo plantar, apoyo medio, elevación del talón y despegue del pie. El contacto del talón se refiere al instante en que el talón de la pierna de referencia toca el suelo. El apoyo plantar se refiere al contacto de la parte anterior del pie con el suelo. El apoyo medio ocurre cuando el trocánter mayor está alineado verticalmente con el centro del pie, visto desde un plano sagital. La elevación del talón ocurre cuando el talón se eleva del suelo, y el despegue del pie ocurre cuando los dedos se elevan del suelo.^{3,4}

El primer radio es una unidad funcional constituida por el primer metatarsiano y el cuneiforme medial. La importancia de este segmento radica en la función que desarrolla en las fases de la marcha de apoyo completo y propulsión.

En la fase de apoyo completo formará un arco longitudinal interno sirviendo de adaptador móvil sobre las irregularidades del terreno, mientras que en la fase propulsiva se comportará como un segmento rígido capaz de empujar el peso del cuerpo hacia delante.^{5,}

6,7

En el apoyo de talón el primer radio se encuentra en flexión dorsal para evitar que el antepié contacte con el suelo, gracias a la contracción del Tibial anterior. Éste momento se **“Influencia del hallux limitus/rigidus en la marcha” / Iria Castro Fernández**

corresponde con el llamado primer rocker del pie. También lo conocemos como balancín de talón, ya que después de impactar este sobre el suelo, debe rotar a través del hueso calcáneo hacia delante y abajo, permitiendo que el antepié acabe apoyando.^{8,9}

En este momento, el tobillo está en posición neutra de flexoextensión, a continuación se extiende por la caída del antepie controlada por los músculos del compartimento anterior de la pierna. En el momento en que la planta del pie hace contacto con el suelo la articulación del tobillo pasa a una posición plantar de 15°, mientras que en la fase media pasa a 5° de dorsiflexión. La rodilla alcanza al comienzo de este periodo su máxima extensión en la marcha, pero aún mantiene unos 5° de flexión, ya que, durante la marcha normal, la articulación de la rodilla nunca está en extensión total. A continuación pasa a estar ligeramente flexionada de 15 a 20° para evitar una ascensión brusca del centro de gravedad. La cadera está en flexión de 30° y la fuerza de reacción del suelo, origina un momento flexor, debido a su alineación muy anterior, siendo contrarrestado por los músculos extensores de cadera. La cadera en este periodo realiza una extensión progresiva, pasando de una flexión inicial de unos 30° a una extensión de unos 10° al final del periodo.

Durante la fase de apoyo medio, la articulación subastragalina (ASA) se encuentra en pronación y el primer radio se mueve hacia dorsal por la fuerza ejercida por la reacción del suelo. Al final de esta fase, la ASA comienza el movimiento de supinación. El objetivo de esta supinación será conseguir que el pie pase a ser un elemento rígido para desarrollar con normalidad la fase de propulsión. La pronación de la mediotarsiana y plantarflexión del primer metatarsiano garantizan el apoyo del antepié con el suelo gracias a la acción del músculo peroneo lateral largo.^{2,3,4}

El 2º rocker del pie o balancín de tobillo, comienza cuando el pie está completamente apoyado sobre el suelo y se produce el avance de la pierna por encima del pie gracias a la articulación del tobillo.^{8,9}

Al inicio de la fase de apoyo completo, la articulación subastragalina (ASA) prona mientras que las articulaciones mediotarsianas invierten, pero, si estas últimas no lo hacen lo suficiente, el primer radio ha de realizar un movimiento de flexión plantar. Al final de la fase de apoyo completo y justamente antes del despegue de talón, el retropié comienza a invertir y arrastra al antepié en este movimiento. Es en este momento cuando el primer radio ha de realizar un movimiento en flexión plantar para mantener el antepié en contacto con el suelo.

“Influencia del hallux limitus/rigidus en la marcha” / Iria Castro Fernández

Durante las fases de despegue de talón y propulsión, al estar el retropié elevándose, y dado que generalmente el primer metatarsiano es más corto que el segundo, el primer radio ha de continuar en flexión plantar con objeto de mantener el antepié en contacto con el suelo y servir de palanca firme para empujar el peso del cuerpo hacia delante. Además, esta flexión plantar del primer radio es necesaria para una función normal de la primera articulación metatarsofalángica durante esta última fase. La literatura nos dice que son necesarios 10° de flexión plantar del primer radio para la normal flexión dorsal de la primera falange sobre el metatarsiano.^{2, 3, 4}

Es en la fase de despegue cuándo ocurre el 3° rocker o balancín de antepié se inicia cuando se empieza a levantar el talón del suelo y finaliza cuando despegamos todo el pie por la zona de los dedos para iniciar la fase de balanceo del pie. En este momento es importante que exista un buen movimiento en las articulaciones metatarsofalángicas.

La elevación del talón hace que los metatarsianos externos pierdan el contacto con el suelo. El despegue finaliza en el primer metatarsiano y el pulpejo del primer dedo. El peroneo lateral largo se encarga entonces de que el primer radio ruede sobre el rodete glenosamoideo en sentido posterior.^{8, 9}

Este periodo se caracteriza por la extensión de unos 15° del tobillo llegando a 35°, por acción del tríceps sural y de los flexores de los dedos que se contraen con potencia elevando el talón del suelo. La rodilla y la cadera al principio se encuentran en extensión, siendo en este momento cuando la cadera alcanza su máxima extensión durante la marcha, de alrededor de unos 10°, pero al final del periodo comienza la actividad de los flexores impulsando el miembro hacia adelante y produciendo, de forma pasiva, una flexión de rodilla.^{2, 3, 4}

La articulación metatarsofalángica del primer dedo tiene una función muy importante en este 3° rocker, la cual consiste en activar un mecanismo windlass. Los primeros 20° de dorsiflexión se realizan gracias al tríceps sural que genera una elevación del talón del suelo y lleva al 1ª metatarsiano a iniciar el movimiento de flexión plantar alrededor del eje de rotación transversal de la 1ª AMTF. A partir de éstos grados, se instaura el mecanismo windlass y el primer metatarsiano continua realizando flexión dorsal que provoca un movimiento de deslizamiento de la cabeza del 1º metatarsiano sobre la base de la falange proximal del hallux hasta que la región dorsal de la cabeza del 1º metatarsiano se articula con la base de la falange proximal del hallux. Este movimiento permite que la 1ª AMTF

realice el movimiento de flexión dorsal necesario para realizar de forma correcta la fase propulsiva de la marcha.^{8,9}

Si ésta flexión dorsal no se produce o es ineficaz, se produce un bloqueo en el plano sagital a nivel de la 1ª AMTF, éste bloqueo ocurre cuando el talón se eleva, por lo tanto el movimiento necesario se realizará por mecanismos compensadores, como la pronación de la ASA, flexión de tobillo, flexión de rodilla, flexión de cadera o rectificación de la lordosis lumbar.⁵

En la fase inicial de la oscilación se produce la flexión en masa de todo el miembro inferior. La rodilla aumenta su flexión alcanzando unos 65° en la mitad de la fase de oscilación, que corresponde al máximo valor de la flexión en todo el ciclo de marcha

También la cadera alcanza su máxima flexión en el ciclo, alrededor de 35°, hacia la mitad del periodo oscilante y se debe principalmente al psoas iliaco ayudado por los aductores y el sartorio. Es necesaria una posición neutra del tobillo mantenida por los flexores.

En la fase de balanceo y hasta el final de la fase de contacto de talón, el primer radio se encuentra en una posición de flexión dorsal, debido a la tracción del músculo tibial anterior con objeto de frenar la flexión plantar que está realizando el tobillo.^{3,4}

Para el desarrollo de una marcha normal, atendiendo al plano sagital, se necesitan aproximadamente unos 65 a 75 grados de flexión dorsal del hallux sobre el primer radio para que se pueda realizar correctamente la fase de propulsión o tercer rocker.^{2,5}

Si ésta secuencia falla en algún punto, y la transmisión del apoyo a la primera articulación metatarsofalángica es defectuosa, el pie pierde estabilidad.

El hallux limitus funcional descrito por Danamberg, se define como una limitación de la flexión dorsal de la 1ª AMTF durante la fase propulsiva del paso, sin que exista una limitación en condiciones sin carga. Los valores serán más de 65° en descarga y menos de 12° en carga. Siendo el hallux limitus estructurado, una limitación sin carga, cuándo hay menos de 50° de flexión dorsal de la 1ª AMTF en descarga.²

Cuándo éste proceso degenerativo progresa hasta un hallux rigidus, la flexión dorsal de la 1ª AMTF va estar limitada a menos de 15° en descarga, con signos de degeneración articular y artrosis.²

Los tres estadios mencionados anteriormente, el Hallux Limitus Funcional, el Hallux Limitus y el Hallux Rigidus son, junto con el Hallux Valgus las principales patologías del primer radio

“Influencia del hallux limitus/rigidus en la marcha” / Iria Castro Fernández

y generan en él una insuficiencia, es decir, que el primer metatarsiano tiende a desplazarse en dirección craneal desapareciendo el tercer rocker de la marcha y, por lo tanto, la mayoría del peso que debería soportar será trasladado al segundo metatarsiano.¹²

En nuestro trabajo se pretende analizar los estudios existentes, que tratan exclusivamente de observar y estudiar las consecuencias que tiene padecer ésta limitación en la 1ª AMTF, sobre la biomecánica de la marcha, en definitiva sobre las compensaciones que tiene que realizar nuestro cuerpo ante ésta circunstancia y las patologías o dolencias que ello nos puede acarrear a corto y largo plazo.

4. Formulación de la pregunta de estudio

La elevada prevalencia de Hallux Limitus desde edades muy tempranas, siendo además un proceso degenerativo que puede evolucionar a Hallux rígido y debido a la importancia que tiene la insuficiencia del primer radio en todas las fases de la marcha, formulamos la siguiente pregunta de estudio

¿Qué cambios o compensaciones se producen durante la marcha en pacientes con Hallux limitus o Hallux Rígido?

5. Metodología

Se realiza una búsqueda bibliográfica de artículos publicados al respecto en las principales bases de datos científicas con los siguientes criterios:

5.1 Criterios de inclusión: Se recogerán todos aquellos artículos originales, revisiones bibliográficas, investigaciones que estudien los cambios que se producen en la marcha de pacientes con hallux limitus o hallux rígido, que estén en español o inglés, de los últimos cuarenta años.

5.2 Criterios de exclusión: Se excluirán las cartas al director, reseñas bibliográficas, artículos de opinión o reflexión, casos clínicos y monografías. Excluiremos también los trabajos en los que no se aborden los cambios en la marcha con presencia de

“Influencia del hallux limitus/rígido en la marcha” / Iria Castro Fernández

hallux limitus/rigidus o los que valoren únicamente esos cambios con algún tipo de tratamiento. (**Ver en anexos tabla del nivel de evidencia de los artículos**).

5.3 Descripción de la estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se ha llevado a cabo en el mes de septiembre de 2019 seleccionando aquellos artículos que cumplan los criterios de inclusión y exclusión utilizando la siguiente estrategia de búsqueda con el truncado de los términos Mesh extraídos de la pregunta de estudio:

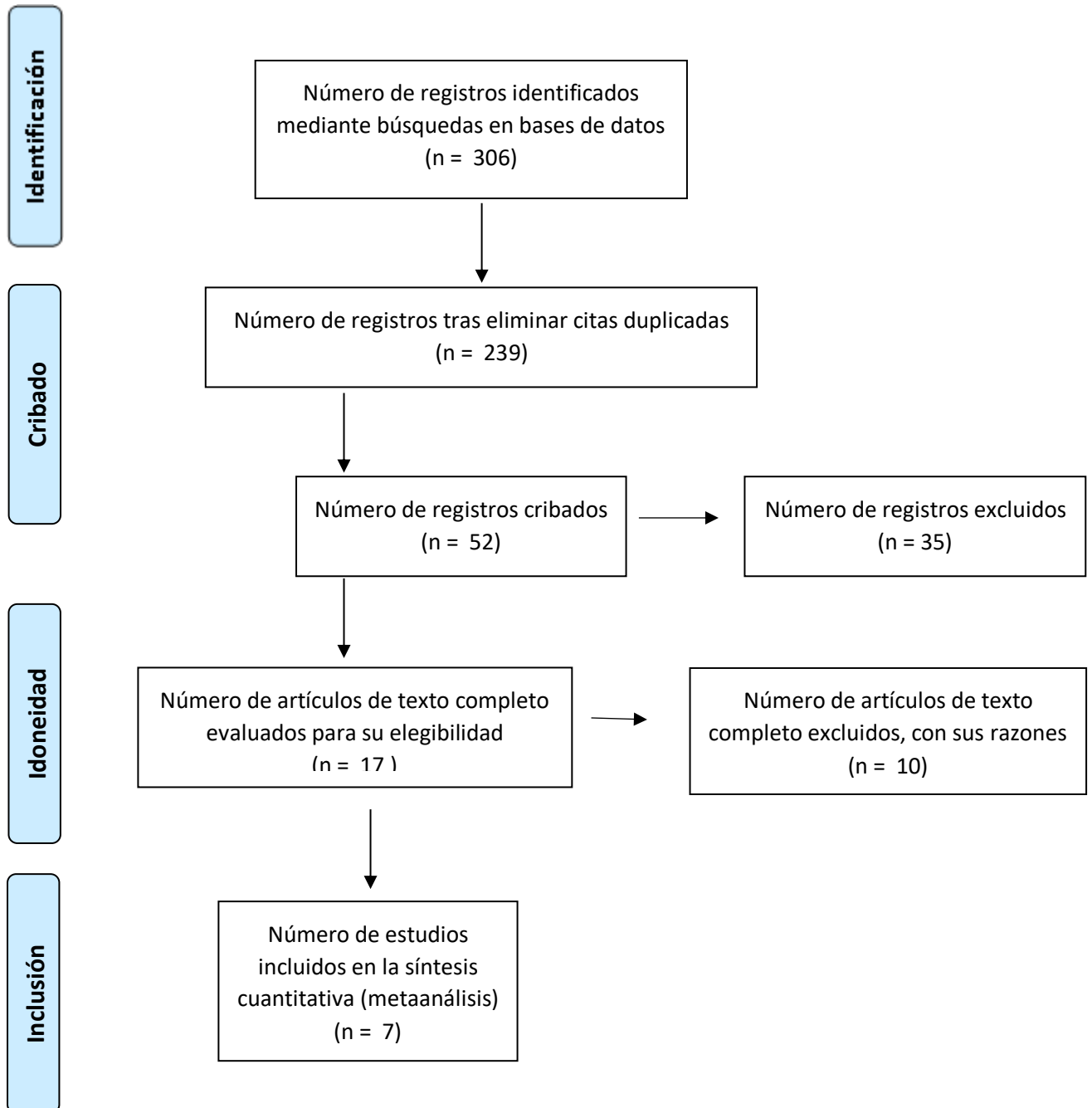
((“hallux limitus” OR “hallux rigidus”) AND (“gait” OR walk*))

Las bases de datos consultadas han sido:

- Pubmed
- Scopus
- Cochrane
- Sportdiscus
- Web of science
- Dialnet

Tras revisar todas las bases de datos propuestas, hemos recabado un total de 309 artículos, de los cuáles 67 estaban duplicados. Seleccionados 17 de esos artículos que podrían responder a nuestra pregunta de estudio y tras su lectura y análisis se seleccionan 7 artículos que cumplen todos los criterios para ser incluidos en la presente revisión.

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la búsqueda:



6. Resultados

6.1 Cinemática

Cinemática de la 1ª AMTF

Karl Canseco et al., muestran en su estudio, que la incapacidad del hallux a dorsiflexionarse limita el movimiento del pie durante el tercer balancín (fase de propulsión) con una reducción de movimiento hacia adelante. La falta de propulsión puede prolongar la duración del paso.

Hicks et al. Afirman que cuando el momento de flexión plantar es superado por el momento de dorsiflexión del hallux, la fascia plantar se tensa en la elevación del talón y en la propulsión. Para compensarlo el pie invierte para liberar la tensión en la fascia plantar y permitir que la primera articulación metatarsofalángica se dorsiflexione.

Cinemática de tobillo

Christine Hall et al. Karl Canseco et al., y Távara-Vidalóna et al., muestran que, durante la transferencia del talón al antepié durante la marcha, cualquier limitación de la dorsiflexión de la primera metatarsofalángica aumenta la necesidad de compensaciones. Han observado un aumento de la flexión dorsal del tobillo durante el final de la fase de apoyo y, durante la propulsión, la flexión plantar se ve reducida. Con respecto a la flexión plantar del tobillo, reducida, es probable que vaya acompañada de una reducción en la fuerza de propulsión generada y una alteración de la musculatura posterior de la pierna.

El aumento de la flexión dorsal de tobillo, desencadena tensión en el tendón de Aquiles, según demuestran Christine Hall et al.

Cinemática de rodilla

Christine Hall et al., en su estudio, observó que la rodilla no alcanzaba la extensión normal durante la fase de apoyo medio de la marcha. El aumento de la flexión de la rodilla puede ser una compensación por aumento de la tensión en el músculo gastrocnemio debido al aumento de la dorsiflexión del tobillo. El hecho de no alcanzar la extensión normal de la rodilla durante el apoyo medio, pudiera comprometer la estabilidad de la rodilla, en particular en el plano transversal, y posteriormente alterar la acción muscular de la rodilla.

“Influencia del hallux limitus/rigidus en la marcha” / Iria Castro Fernández

Cinemática de cadera

Christine Hall et al., observó también que la cadera ve reducida su extensión durante toda la marcha.

Cinemática de la articulación mediotarsiana

Van Gheluwe et al. Descartan que la pronación de la mediotarsiana, que ocurría en el 20% de los sujetos estudiados, después de la elevación del talón, tenga una relación causal clara entre la pronación de la articulación mediotarsiana y la dorsiflexión del hallux. Éste autor abre un debate sobre si la pronación articulación mediotarsiana se produce como resultado de movimiento limitado de la primera articulación metatarsofalángica o en realidad hace que la primera articulación metatarsofalángica acabe perdiendo su funcionalidad.

Presiones plantares

Los cambios producidos en relación a las presiones plantares, han sido analizados por varios autores. Van Gheluwe et al. En su estudio sobre presiones plantares, muestran que los sujetos con limitación del primer dedo, sea estructural o funcional, recaen bajo el hallux más rápido que bajo la cabeza del primer metatarsiano. Por lo tanto, relacionan la reducción del rango dinámico de flexión dorsal de la 1ª AMTF con la existencia de un incremento de la magnitud de las presiones en el hallux y en la región lateral del antepie y una disminución de las presiones de la región medial del antepie. Ésta afirmación coincide con el estudio de Zammit et al., que evaluaron las diferencias en la distribución de la presión plantar entre las personas mayores. Los resultados indican que las personas con hallux rigidus en 1ª MTF son significativamente mayores, el pico de presión y fuerzas máximas en el hallux y dedos menores.

Karl Canseco et al., también demostraron que en la fase de propulsión, las fuerzas plantares recaen sobre los dedos menores. En cuanto a la tensión producida en la fascia plantar, en personas con hallux limitus, dicen que ésta es insuficiente, y como consecuencia hay un aplanamiento del arco plantar.

Sin embargo, otros autores dicen que la mayor parte de las presiones plantares ante un hallux limitus recaen sobre la fascia plantar. En la revisión de Berverley Durrant et al., Batán et al. Demuestran que al no existir un adecuado recorrido articular de la articulación,

“Influencia del hallux limitus/rigidus en la marcha” / Iria Castro Fernández

la máxima tensión recaerá sobre la fascia plantar. Un estudio adicional por Bevan et al encontró que había un cambio en la presión plantar durante la propulsión, de medial a lateral con la reducción de la primera movimiento.

Varios estudios han demostrado que las mediciones de la presión plantar son influenciados por la velocidad al caminar.

Ángulo de marcha y velocidad de la marcha

En cuanto al ángulo de la marcha y la velocidad de la misma, Julie Taranto et al., observaron una aumento del ángulo de la marcha, pero dicen que no está influenciado por la dorsiflexión de la 1ª MTF ni con el grado de deformidad de ésta articulación, sino por otros factores que serán necesarios investigar en el futuro. Por lo tanto no existe relación entre la existencia hallux limitus y una alteración en el ángulo de la marcha, pero si con la velocidad de la misma. Ya que encontraron, que los sujetos que padecían hallux rigidus de grado I y II, presentaban una velocidad de marcha inferior que los sujetos sin patología en la 1ª AMTF.

En contraposición, Távara-Vidalóna et al., han concluido que sí que existe un aumento del ángulo de la marcha con respecto a los valores normales. Los resultados muestran que cuándo disminuye la velocidad de la marcha, se produce una disminución del pico de flexión dorsal de la 1ª AMTF y un retraso de la fase de despegue digital que se acompaña de una mayor pronación de antepie y un mayor hundimiento del arco interno.

Karl Canseco et al., y Christine Hall et al., demostraron la existencia de diferencias en la velocidad de la marcha entre los grupos control y el grupo con hallux limitus, aunque son diferencias poco significativas.

Patrón rotador de la tibia

El patrón rotador interno de la tibia es otra limitación importante que se da como consecuencia. Tanto Karl Canseco et al., como Távara-Vidalóna et al., definen una leve disminución de éste patrón durante toda la marcha en comparación con los sujetos que presentan una extensión normal de la 1ª AMTF ($\geq 65^\circ$).

(Ver en anexos la tabla de análisis de los artículos)

“Influencia del hallux limitus/rigidus en la marcha” / Iria Castro Fernández

7. Discusión

En respuesta a la pregunta de estudio planteada, se puede afirmar, que una limitación en los grados normales de dorsiflexión (65° - 75°) de la 1ª AMTF, durante la marcha, tiene mucha influencia sobre ésta, derivando en una serie de compensaciones que intentan suplir la falta de dorsiflexión de la 1ª AMTF, sobre todo en la fase de apoyo y en la fase de oscilación de la marcha humana. Estas compensaciones se producen en las articulaciones proximales, y pueden desencadenar una serie de daños en ellas u otras articulaciones.

Después de realizar ésta revisión de la bibliografía sobre el tema a tratar, vemos que varios autores relacionan padecer un hallux limitus o rigidus, con cambios en las presiones plantares, sobrecarga de la fascia plantar, disminución del arco longitudinal interno, diferencias en el ángulo de la marcha y la velocidad de la misma, y en cambios en la cinemática de las articulaciones proximales. Estos cambios se corresponden con los principios biomecánicos que se manejan en la introducción.

Después del despegue del talón, la 1ª AMTF es el punto pivote alrededor de la cual el resto del cuerpo se mueve hacia adelante. Durante este período, el hallux permanece inmóvil en el suelo, y el pie y el cuerpo se mueven sobre él. Cualquier bloqueo de la flexión dorsal en la primera articulación metatarsofalángica interfiere en la progresión normal de la marcha.

La falta de dorsiflexión en la 1ª AMTF, puede ser adquirida a través de la flexión dorsal en las articulaciones mediotarsiana, subastragalina, o interfalángicas. Otros mecanismos, tales como el despegue de talón temprano, supinación del antepie y pronación compensatoria de la articulación mediotarsiana.

De los estudios analizados, cuatro de ellos afirman la existencia de un aumento de la flexión dorsal de la articulación de tobillo, durante el final de la fase de apoyo y, durante la propulsión, fases en las que más se necesita la dorsiflexión de la 1ª AMTF, por lo que el tobillo compensa esa limitación, dorsiflexionándose más grados de los que debería en condiciones normales. Por lo que, en lo referente a que existe una compensación a nivel tobillo, no cabe duda. Este resultado es lógico atendiendo a los principios biomecánicos citados en la introducción. ^{13, 14,15, 19.}

“Influencia del hallux limitus/rigidus en la marcha” / Iria Castro Fernández

Éste aumento de dorsiflexión en la articulación del tobillo es capaz de suplir por completo la ausencia o limitación de movimiento del hallux, necesario para que se produzca la marcha.

No se encontró una relación directa entre la compensación de tobillo, con compensaciones en rodilla y cadera.

Las compensaciones a nivel proximal, de rodilla y cadera, cabe pensar que ayudarán al cuerpo a avanzar hacia delante sobre el pie. Pero sería de analizar en sucesivas investigaciones, si las compensaciones que se producen en rodilla y cadera, son derivadas de la dorsiflexión de tobillo o de la limitación de la 1ª AMTF.

En relación con las presiones plantares que recaen sobre la fascia plantar y la relación con el ángulo de la marcha y la velocidad de la misma, éstos datos pueden ser compatibles con un retraso de la instauración del mecanismo windlass, lo que incrementa las fuerzas de tensión que soportan las estructuras mediales del pie, predisponiendo a sufrir lesiones por fatiga de las mismas.

Se ha demostrado que el patrón rotador interno muestra una correlación negativa con el ángulo de la marcha, es decir, que una disminución del patrón rotador interno determina un aumento del ángulo de la marcha.^{13, 15}

Existe controversia entre los autores sobre si la apertura del ángulo de la marcha es un precursor, como hemos mencionado anteriormente, por tener limitada la capacidad de rotar internamente la extremidad, lo que genera un aumento del ángulo de la marcha, o un mecanismo compensatorio, debido a que aumentando el ángulo de la marcha se coloca el pie en una posición que reduce el movimiento de extensión metatarsofalángica necesario para el desarrollo del paso, disminuyendo así el dolor que pueda tener el paciente.

Se ha encontrado una contraposición en este estudio, ya que dice que el ángulo de la marcha no está influenciado por la dorsiflexión de la 1ª MTF ni con el grado de deformidad de ésta articulación. Por lo tanto no existe relación entre la existencia de hallux limitus y una alteración en el ángulo de la marcha.¹⁵ Mientras que en otro concluyen que sí que existe un aumento del ángulo de la marcha con respecto a los valores normales.¹⁷

Ésta discrepancia se puede deber a que éstos dos estudios han usado sistemas diferentes de valoración del ángulo de la marcha. En el primero usaron un podógrafo con tinta y en el segundo una plataforma de presiones. La muestra es similar en los dos, pero varía, que en el segundo sólo seleccionaron a personas con un hallux limitus avanzado.

“Influencia del hallux limitus/rigidus en la marcha” / Iria Castro Fernández

Por lo que deberíamos seguir trabajando en ésta línea para estudiar si existe relación entre éstos dos parámetros, con muestras más grandes y unificando el sistema de valoración.

En esta búsqueda bibliográfica hemos encontrado muchas dificultades a la hora de realizar una buena línea de búsqueda, ya que pocos artículos estudian los cambios que se producen en la marcha como consecuencia de un hallux limitus o rigidus, ya que en la actualidad las líneas de investigación van más enfocadas hacia el intervencionismo quirúrgico.

Sería de interés seguir realizando investigaciones futuras, para poder entender todas las combinaciones posibles que nuestro cuerpo usa para compensar la limitación de una articulación que produce en nuestro cuerpo a la hora de caminar y realizar cualquier actividad de la vida diaria. Entendiendo esto se podría llegar a un mejor diagnóstico y más temprano, y por tanto a un mejor y más adaptado tratamiento conservador, evitando llegar al final del proceso degenerativo de ésta articulación, y por tanto a la cirugía.

8. Conclusión

La presencia de HL obliga a compensaciones a nivel tobillo aumentando la dorsiflexión durante el final del apoyo medio y disminuyendo la flexión plantar durante la propulsión.

Se asocia con ésta patología una disminución en la longitud del paso, de la fase de oscilación y de la velocidad de la marcha.

Son pocos los estudios que valoran las repercusiones de padecer hl/hr, serán necesarios más estudios para verificar si las compensaciones de rodilla y cadera se deben al aumento de dorsiflexión del tobillo o a la limitación de la dorsiflexión del hallux, y si el ángulo de la marcha varía con la presencia de ésta limitación.

9. Bibliografía

1. Inman VT, Ralston MJ, Todd F. Human walking. Baltimore: Williams and Wilkins; 1981.
2. Danenberg HJ. "Sagittal Plane Biomechanics". Sport Medicine and the Lower Extremity. 2000; 90(1): 47-50.
3. Sánchez J. Biomecánica de la Marcha Humana Normal. En Sánchez J, Prat JM, Hoyos JV, Viosca E, Soler C, Comín M, et al. Biomecánica de la Marcha Humana Normal y Patológica. Valencia: IBV; 2005. 29-115.
4. Valmassy RL. Clinical biomechanics of the lower extremities. St Louis (MO): Mosby; 1996
5. Root M, Orien W, Weed J. Normal and abnormal function of the foot. Clinical Biomechanics Corp. 1977. Los Ángeles.
6. Danamberg H. Gait style as an etiology to chronic postural pain: Part 1. Functional hallux limitus. JAPMA. 1993;83(11):615-624
7. Danamberg H. Gait style as an etiology to chronic postural pain: Part 2. Postural compensatory ptoress. JAPMA. 1993;83(11):615-624
8. Munuera PV, Domínguez G, Palomo IC, Gordillo LM. Rango de movimiento de la primera articulación metatarsofalágica. REP 2004; 15 (1):14-20.

9. Munuera PV. Primer radio. Biomecánica y ortopodología. Y Función del pie. Primera edición. Exa Editoriales; 2009
10. Pascual Gutiérrez R, López Ros P, Alonso Montero C, Chicharro Luna E, Bustos, García MJ. Patomecánica del primer radio. Rev Esp Podología. 2001; XII (6): 323-333.
11. Kirby KA. Biomecánica y Patología del Primer Radio. Tercera edición: Precision Intricast; 2009. 127-145.
12. Orejana AM. Hallux limitus. Reduca. 2011; 3 (1): 38-47.
13. Canseco K, Long J, Marks R, Khazzam M, Harris G. Quantitative Characterization of Gait Kinematics in Patients with Hallux Rigidus Using the Milwaukee Foot Model. Journal of orthopaedic research. Volumen 26, nº 4. 2008
14. Hall C, Nester C. Sagittal plane compensations for artificially induced limitation of the first metatarsophalangeal joint. Journal of the American Podiatric Medical Association. Vol 94, nº 3. May/June 2004.
15. Távara Vidalón P, Lafuente Sotillos G, Manfredi Márquez MJ. Relación del hallux limitus avanzado con el patrón rotador interno y el ángulo de la marcha. Revista Española de Podología. Vol. 28, nº 1. 2017.
16. Van Gheluwe B, Dananberg H, Hagman F, Vanstaen K. Effects of Hallux Limitus on plantar foot pressure and foot kinematics during walking. Journal of the American Podiatric Medical Association. Vol. 96, nº 5, 428-436, 2006.
17. Taranto J, Taranto M, Bryant A, Singer K. Analysis of dynamic angle of gait and radiographic features in subjects with Hallux Abducto Valgus and Hallux Limitus. American Podiatric Medical Association. Vol. 97, nº 3. 175-188. 2007.

18. Zammit G, Menz G, Munteanu S, Landorf B. Plantar pressure distribution in older people with osteoarthritis of the first metatarsophalangeal joint. *Journal of orthopaedic research* december 2008.

19. Durrant B, Chockalingam N. Functional Hallux Limitus. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. Vol. 99, nº 3. 2009.

10. Anexos

| Análisis de los artículos | | | | | | | | |
|---------------------------|---|---|------|---|---|---|---|--|
| Nº | TÍTULO | AUTORES | AÑO | MUESTRA | INTERVENCIÓN | VARIABLES ESTUDIADAS | RESULTADOS/DISCUSIÓN | CONCLUSIONES |
| 1 | Analysis of Dynamic Angle of Gait and Radiographic Features in Subjects with Hallux Abducto Valgus and Hallux Limitus. | Taranto J, Taranto MJ, Bryant AR, Singer KP | 2007 | 23 pacientes con HAV, 22 sujetos con HL y 20 sujetos como grupo control. | Análisis de las huellas plantares mediante un pedígrafo y 10 metros de papel midiendo la línea de progresión. Se realizaron radiografías de todos los pacientes de ambos pies . | Ángulo de la marcha.Línea de progresión de la marcha. Parámetros radiográficos como el ángulo de inclinación del calcáneo, ángulo intermetatarsal y grado de dorsiflexión de la 1ª AMTF. | Hay un ligero aumento de la abducción del pie en la presencia de patología de la articulación pero no está relacionado con la propia deformidad de los pies. El ángulo de la marcha no está influenciado por la dorsiflexión de la 1ª MTF | Concluyeron que no existe relación entre el ángulo de la marcha y la existencia de hallux limitus. |
| 2 | Effects of Hallux Limitus on Plantar Foot Pressure and Foot Kinematics During Walking | Gheluwe B, Dananberg H, Hagman F, Vanstaen K. | 2006 | Analizaron dos poblaciones, cada una formada por 19 sujetos. Una por sujetos que padecían limitación en el primer dedo y la otra por sujetos sin patología. | Se analizaron las presiones plantares tanto en estática como en dinámica en plataformas de presiones. También la dorsiflexión de la primera articulación metatarsofalángica | Se analizaron el colapso de la articulación mediotarsiana, la limitación del hallux y variables cinemáticas relativas a la pronación de la articulación mediotarsiana Fuerzas de reacción del suelo y presiones plantares | En el 20% de los sujetos la pronación de la mediotarsiana ocurrió después de la elevación del talón. La limitación del hallux estructural no implica necesariamente exista que limitación funcional. | No sólo se alcanzan presiones muy superiores bajo el hallux que bajo la primera cabeza del primer metatarsiano, sino que se producen unas pronunciadas curvas de carga sobre el hallux. No existe una relación causal clara entre la pronación de la articulación mediotarsiana y la DF del hallux |
| 3 | Sagittal Plane Compensations for Artificially Induced Limitation of the First Metatarsophalangeal Joint | Hall C, Nester CJ. | 2004 | Contaron con una muestra de veinte sujetos (14 mujeres y 6 hombres) de entre 22 a 56 años y libres de síntomas en la primera metatarsofalángica. | Cada paciente caminó con una suela rígida que limitaba la dorsiflexión de la primera articulación metatarsofalángica y sin la suela. | Limitación del movimiento de dorsiflexión de la 1ª AMTF y las compensaciones correspondientes. | Se manifiestan compensaciones a nivel de tobillo aumentando la flexión dorsal durante el final de la fase de apoyo y disminuye la flexión plantar durante la propulsión. La rodilla no alcanza la extensión normal durante la fase de apoyo medio y la cadera ve reducida su extensión. | La función alterada de la primera articulación metatarsofalángica puede afectar a la cinemática del plano sagital del tobillo, la rodilla y la cadera. |
| 4 | Functional Hallux Limitus | Durrant B, Chockalingam N. | 2005 | | El objetivo fue revisar la bibliografía existente sobre la limitación del primer radio y sus efectos sobre la marcha. | Cinética y cinemática de la marcha con limitación de la 1ª AMTF. | El nivel de compensación puede variar y el proceso puede contribuir a diversas patologías en el miembro inferior. | Aunque existen muchos estudios que evalúan ésta patología y sus efectos en la marcha, no existe un consenso claro de las compensaciones que se producen ni del movimiento correcto de la primera AMTF. Sería necesario seguir trabajando en éste campo. |

| | | | | | | | | |
|---|--|--|------|--|---|---|--|--|
| 5 | Quantitative Characterization of Gait Kinematics in Patients with Hallux Rigidus Using the Milwaukee Foot Model | Canseco K, Long J, Marcks R, Harris G. | 2007 | 22 personas con hallux rigidus en comparación con 25 personas sin ninguna patología en el pie | Evaluar un análisis cinemático del movimiento del tobillo y del pie de los pacientes con hallux rigidus durante la marcha, antes y después de la queilectomía. | Visión tridimensional del pie, y parámetros temporo. espaciales como la longitud del paso, velocidad y cadencia del paso | Presenta una longitud del paso y una fase de oscilación disminuida. Disminución de la flexión dorsal del tobillo. Hay un cambio en la carga del antepié en valgo y se observa una variación en la rotación interna de la tibia durante todo el ciclo de la marcha en presencia de hallux | La incapacidad del hallux de dorsiflexionarse limita el movimiento del pie durante la fase de propulsión. Esto puede aumentar la duración de la fase de oscilación. |
| 6 | Plantar Pressure Distribution in Older People with Osteoarthritis of the First Metatarsophalangeal Joint (Hallux limitus/rigidus) | Gerard V. Zammit, Hylton B. Menz, Shannon E. Munteanu, Karl B. Landorf | 2008 | Se seleccionaron 40 participantes (12 hombres, 28 mujeres) con edades entre 62 y 92, 20 con osteoartritis de la primera MTF (el grupo de casos), y un grupo de edad y sexo sin patología (el grupo control). | Grabaciones dinámicas para determinar la fuerza máxima y el pico de presión bajo siete regiones del pie. Utilizando el Tekscan MatScan, para evaluar las diferencias en la distribución de la presión plantar dinámica de las personas mayores con y sin la osteoartritis | Presiones plantares registradas caminando descalzos durante 10 metros mediante el sistema tekscan matscan. La velocidad al caminar se calculó midiendo el tiempo necesario para que los participantes caminaran 10 metros a su velocidad cómoda normal. | Los resultados indican que las personas con hallux rigidus en 1ª MTF muestran significativamente mayor el pico de presión y fuerzas máximas en el hallux y dedos menores. | Una insuficiencia en la dorsiflexión del hallux da como resultado cambios significativos en la distribución de presión durante la marcha. |
| 7 | Relación del hallux limitus avanzado con el patrón rotador interno y el ángulo de la marcha | Távora-Vidalóna P, Lafuente-Sotillos G, Manfredi-Márquez M | 2017 | La muestra para este estudio se compone de 15 personas, de los cuales 13 son hombres y 2 son mujeres. La edad media de la muestra fue de $37,86 \pm 19,037$ años, siendo el sujeto más joven de 22 años y el mayor | Los objetivos de este estudio fueron determinar si los sujetos con hallux limitus avanzado tienen disminución del patrón rotador interno y aumento del ángulo de la marcha con respecto a la población normal. | Se valoró la movilidad de la 1ª AMTF, el patrón rotador interno y externo, la rotación de caderas y la torsión tibial, con goniómetro. Se valoró en ángulo de la marcha con plataforma de presiones y con tapiz de látex. | Los sujetos con HL avanzado con $\leq 35^\circ$ de extensión de la 1ª AMTF presentan una disminución del patrón rotador interno y un aumento del ángulo de la marcha con respecto a los valores normales. | Los sujetos con hallux limitus avanzado tuvieron menor capacidad de rotación interna en la extremidad inferior y mayor ángulo de la marcha en comparación con la población normal. La disminución del patrón rotador interno determina un aumento del ángulo de la |

Niveles de evidencia y grados de recomendación

| Nº | TITULO | MUESTRA | TIPO DE ESTUDIO | NIVEL DE EVIDENCIA | GRADO DE RECOMENDACIÓN |
|----|---|--|------------------------|--------------------|------------------------|
| 1 | Analysis of Dynamic Angle of Gait and Radiographic Features in Subjects with Hallux Abducto Valgus and Hallux Limitus. | 23 pacientes con HAV, 22 sujetos con HL y 20 sujetos como grupo control. | Estudio transversal | II-1 | B |
| 2 | Effects of Hallux Limitus on Plantar Foot Pressure and Foot Kinematics During Walking | Analizaron dos poblaciones, cada una formada por 19 sujetos. | Estudio de cohortes | II-2 | B |
| 3 | Sagittal Plane Compensations for Artificially Induced Limitation of the First Metatarsophalangeal Joint | Contaron con una muestra de 20 personas | Estudio de cohortes | II-2 | B |
| 4 | Functional Hallux Limitus | | Revisión bibliográfica | I | C |
| 5 | Quantitative Characterization of Gait Kinematics in Patients with Hallux Rigidus Using the Milwaukee Foot Model | 22 personas con hallux rigidus y 25 personas sin ninguna patología | Estudio de cohortes | II-2 | B |
| 6 | Plantar Pressure Distribution in Older People with Osteoarthritis of the First Metatarsophalangeal | Se seleccionaron 40 participantes | Estudio de cohortes | II-2 | B |
| 7 | Relación del hallux limitus avanzado con el patrón rotador interno y el ángulo de la marcha | La muestra para este estudio se compone de 15 personas | Estudio transversal | II-1 | B |

| Jerarquía de los estudios por el tipo de diseño (USPSTF) | |
|--|--|
| Nivel de evidencia | Tipo de estudio |
| I | Al menos un ensayo clínico controlado y aleatorizado diseñado de forma apropiada. |
| II-1 | Ensayos clínicos controlados bien diseñados, pero no aleatorizados. |
| II-2 | Estudios de cohortes o de casos y controles bien diseñados, preferentemente multicéntricos. |
| III-3 | Múltiples series comparadas en el tiempo, con o sin intervención, y resultados sorprendentes en experiencias no controladas. |
| III | Opiniones basadas en experiencias clínicas, estudios descriptivos, observaciones clínicas o informes de comités de expertos. |

| Establecimiento de las recomendaciones (USPSTF) | | | | |
|---|---------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Calidad de la evidencia | Beneficio neto sustancial | Beneficio neto moderado | Beneficio neto pequeño | Beneficio neto negativo |
| Buena | A | B | C | D |
| Moderada | B | B | C | D |
| Mala | E | E | E | E |

| Significado de los grados de recomendación (USPSTF) | |
|---|---|
| Grado de recomendación | Significado |
| A | Extremadamente recomendable (buena evidencia de que la medida es eficaz y los beneficios superan ampliamente a los perjuicios). |
| B | Recomendable (al menos moderada evidencia de que la medida es eficaz y los beneficios superan a los perjuicios). |
| C | Ni recomendable ni desaconsejable (al menos moderada evidencia de que la medida es eficaz, pero los beneficios son muy similares a los perjuicios y no puede justificarse una recomendación general). |
| D | Desaconsejable (al menos moderada evidencia de que la medida es ineficaz o de que los perjuicios superan a los beneficios). |
| I | Evidencia insuficiente, de mala calidad o contradictoria, y el balance entre beneficios y perjuicios no puede ser determinado. |