



FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA POSTURA DEL PIE Y LOS EFECTOS EN
LA MARCHA.

AUTORAS

CRISTINA ISABEL ANDRADE VÁSQUEZ

SALOMÉ RODRÍGUEZ JARAMILLO

AÑO

2020



FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA POSTURA DEL PIE Y LOS EFECTOS EN
LA MARCHA.

TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO EN CONFORMIDAD CON LOS
REQUISITOS ESTABLECIDOS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN FISIOTERAPIA

PROFESOR GUÍA: RAFAEL ANDRÉS ARCOS

AUTORAS

CRISTINA ISABEL ANDRADE VÁSQUEZ

SALOMÉ RODRÍGUEZ JARAMILLO

AÑO

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA POSTURA DEL PIE Y LOS EFECTOS EN LA MARCHA, a través de reuniones periódicas con las estudiantes Cristina Isabel Andrade Vásquez y Salomé Rodríguez Jaramillo, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



MSc. Rafael Andrés Arcos Reina

C.I. 0401195037

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA POSTURA DEL PIE Y LOS EFECTOS EN LA MARCHA, de las estudiantes Cristina Isabel Andrade Vásquez y Salomé Rodríguez Jaramillo, en el semestre 2020-20, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

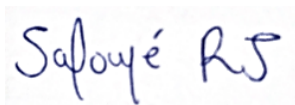


MSc. Yadira Vanessa Gordón

C.I. 1722160486

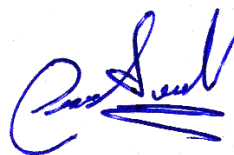
DECLARACIÓN DE LA AUTORÍA DE LOS ESTUDIANTES

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”



Salomé Rodríguez Jaramillo

CI: 1105556763



Cristina Isabel Andrade Vásquez

CI: 1003896709

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la oportunidad de estudiar una carrera en la que puedo ayudar a la comunidad y poder aportar mi grano de arena a las personas que más lo necesitan, a mis padres por brindarme tanto amor y consuelo, por ser el apoyo y pilar fundamental en mi formación como fisioterapeuta. A mis profesores que con tanto esfuerzo y se encargan de transmitirnos sus conocimientos. A mi compañera de tesis Cris, a nuestro director de tesis Andrés Arcos por su guía durante este proceso. Finalmente, a mis amigos con los que he compartido altos y bajos durante esta trayectoria.

Salomé Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi guía día a día y llenarme de muchas bendiciones, a mis padres Cecilia Vásquez y Germán Vásquez, que me han dado su apoyo incondicional para continuar formándome en mi vida personal y profesional, a mi hermano Carlos y mis hermanas Melany y Yessenia, por darme todo su cariño, a Nicolas por ser mi compañero de vida y mi apoyo incondicional para culminar esta meta. Asimismo, agradezco a la Universidad de las Américas por favorecer mis estudios gracias a la beca y a mis docentes por brindarme todos sus conocimientos y valores, especialmente a nuestro director de tesis Mgs. Andrés Arcos, quien dirigió este trabajo con responsabilidad y profesionalismo. Finalmente, a Salomé que con su buena actitud y colaboración logramos culminar con este trabajo.

Cristina Andrade

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres ya que sin su apoyo incondicional esto no hubiera sido posible, también a mi abuelo Vicente ya que ha sido mi motor para seguir esta carrera.

Salomé Rodríguez

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mi abuela Beatriz, quien fue un pilar fundamental en mi vida y a todas las personas que me brindaron todo su apoyo, su tiempo y han estado conmigo cuando más lo he necesitado

Cristina Andrade

RESUMEN

OBJETIVO: Analizar la relación de la postura del pie con las posibles alteraciones en la marcha, mediante una revisión sistemática basada en ensayos aleatorizados controlados (RCT).

MATERIALES Y MÉTODOS: Se obtuvo información necesaria a través de la recolección de datos obtenida de diferentes bases de datos como Science Direct, Pubmed y Scielo. Una vez realizada la búsqueda de artículos en ensayos controlados, se evaluó las distintas posiciones del pie y si esta afectaba la marcha, con distintos métodos de evaluación, referente al tema mencionado aplicado en pacientes niños y adultos. Los estudios contenidos en esta revisión sistemática se analizaron de manera cuantitativa por los autores a través de la escala de PEDro.

RESULTADOS: Durante la revisión sistemática se analizó cinco estudios que se calificaron en la escala PEDro obteniendo un total igual o mayor a seis puntos de los once criterios establecidos. La suma de los artículos tuvo una muestra de treientos diecisiete participantes, entre niños y adultos en los que se evaluó con varias técnicas, que sirvieron para determinar el índice del arco plantar, es decir si estaba disminuido o aumentado, y luego clasificarlo en pie plano, cavo o normal. Para el análisis de marcha analizaron la fase de postura, longitud y velocidad de zancada, longitud y tiempo del paso entre otros. En esta revisión no se encontró estudios que analicen el pie cavo relacionado a la marcha.

CONCLUSIONES: Durante la revisión sistemática se encontraron algunas alteraciones relacionadas a la postura del pie durante la marcha, sin embargo, no se pudo determinar que existe una relación significativa debido a la falta de información en cuanto a estudios realizados referente a este tema.

PALABRAS CLAVE: posición del pie, marcha.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To analyze the relationship between foot posture and possible gait disturbances, through a systematic review based on randomized controlled trials (RCT).

MATERIALS AND METHODS: Necessary information was obtained through data collection obtained from different databases such as Science Direct, Pubmed and Scielo. After searching for articles in controlled trials, the different positions of the foot and whether it affected gait were evaluated, with different evaluation methods, referring to the aforementioned topic applied in children and adult patients. The studies contained in this systematic review were analyzed quantitatively by the authors using the PEDro scale.

RESULTS: During the systematic review, five studies that were rated on the PEDro scale were analyzed, obtaining a total equal to or greater than six points from the eleven established criteria. The sum of the articles had a sample of three hundred and seventeen participants, between children and adults, who were evaluated with various techniques, which were used to determine the index of the plantar arch, that is, whether it was decreased or increased, and then classify it into flat feet, cavus or normal. For the gait analysis they analyzed the posture phase, stride length and speed, length and time of the step, among others. In this review, no studies were found that analyzed walking-related cavus foot.

CONCLUSIONS: During the systematic review, some alterations were found related to the posture of the foot during walking, however, it could not be determined that there is a significant relationship due to the lack of information regarding studies carried out on this topic.

KEY WORDS: foot position, gait.

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| OBJETIVOS DEL ESTUDIO | 3 |
| OBJETIVO GENERAL..... | 3 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 3 |
| 1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO..... | 4 |
| 1.1 MORFOFUNCIÓN DEL PIE..... | 4 |
| 1.1.1 ANATOMIA DEL PIE | 4 |
| 1.1.2 MÚSCULOS DEL PIE..... | 5 |
| 1.2 BÓVEDA PLANTAR | 8 |
| 1.3 ARCOS DEL PIE..... | 8 |
| 1.3.1 ARCO INTERNO..... | 8 |
| 1.3.2 ARCO EXTERNO | 9 |
| 1.3.3 ARCO ANTERIOR Y CURVA TRANSVERSAL | 9 |
| 1.4 TIPOS DE PIE | 10 |
| 1.4.1 PIE NORMAL..... | 10 |
| 1.4.2 PIE CAVO | 10 |
| 1.4.3 TIPOS DE PIE CAVO | 11 |
| 1.4.3.1 PIE CAVO (POSTERIOR)..... | 11 |
| 1.4.3.2 PIE CAVO (MEDIO) | 11 |
| 1.4.3.3 PIE CAVO (ANTERIOR) | 11 |
| 1.4.4 PIE PLANO..... | 12 |
| 1.5 LA MARCHA | 13 |
| 1.5.1 FASE DE POSTURA | 14 |
| 1.5.2 FASE DE BALANCEO U OSCILACIÓN | 15 |
| 1.6 ANALISIS DE LA MARCHA | 15 |
| 1.7 MARCHA ANTIÁLGICA..... | 19 |
| 1.7.1 LA MARCHA Y LOS TRASTORNOS EN LA CADERA..... | 19 |
| 1.7.2 LOS TRASTORNOS DE LA RODILLA Y LA MARCHA | 19 |
| 2. CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO | 20 |
| 2.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA | 20 |
| 2.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN | 20 |
| 2.3 RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 21 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.1 EVALUACIÓN CUANTITATIVA (PEDRO) | 21 |
| 2.3.2 EVALUACIÓN CUALITATIVA..... | 21 |
| 3 CAPITULO III: RESULTADOS | 23 |
| 3.1 SINTESIS DE LOS RESULTADOS | 23 |
| 3.2 CARÁCTERÍSTICAS DEL ESTUDIO..... | 25 |
| 4 CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y | |
| RECOMENDACIONES | 26 |
| 4.1 DISCUSIÓN..... | 26 |
| 4.2 CONCLUSIÓN..... | 27 |
| 4.3 RECOMENDACIONES..... | 27 |
| REFERENCIAS | 29 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Huesos del pie. | 4 |
| Figura 2. Ligamentos y músculos de pie y tobillo vista anterior..... | 6 |
| Figura 3. Ligamentos y músculos del pie y tobillo vista lateral y posterior. | 7 |
| Figura 4. Ciclo de la marcha..... | 13 |
| Figura 5. Análisis instrumental de la marcha..... | 17 |
| Figura 6. PRISMA. | 24 |

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.Patologías comunes para el análisis | 16 |
| Tabla 2.Criterios de inclusión y exclusión | 20 |
| Tabla 3.Tipo de intervención | 22 |
| Tabla 4.Procedimiento de evaluación | 22 |
| Tabla 5.Puntuación en la escala de PEDro..... | 25 |

INTRODUCCIÓN

Existen investigaciones con la creencia de que los pies con arcos altos tienen menos capacidad para absorber el choque y son más rígidos, generando un incremento de lesiones en el tobillo. En tanto a los pies con arcos bajos pueden tener mayor incidencia de lesiones en la rodilla y cara interna de los miembros inferiores (Hollander et al., 2019).

La alineación que adopta el pie durante la carga del peso puede influenciar en el arco plantar y en consecuencia para algunos casos puede provocar lesiones en los miembros inferiores y alteraciones en la marcha (Buldt, Allan, Landorf y Menz, 2018).

Se sabe que el cuerpo actúa de manera conjunta, por ejemplo, cuando existe una lesión musculoesquelética del pie, a medida que pasa el tiempo comienzan a haber alteraciones en la rodilla, cadera, lumbar entre otras y no necesariamente se afecta la estructura proximal o distal a de la parte lesionada, sino que puede influir en lesiones musculoesqueléticas en cualquier parte del cuerpo, es decir, se puede tener una afección de la columna cervical debido a una alteración del pie.

Según un artículo publicado por Buldt, las personas que presentan pie plano tienen un aumento en la movilidad en comparación a los de pie cavo. Es por esto que los estudios de marcha, las personas con pie plano tienden a lesionarse por estrés tisular que se da por una rotación anormal de la articulación o por un mal acoplamiento de esta. Por otro lado, las personas que presentan pie cavo, tienen mayor rigidez en la movilidad por lo que suelen lesionarse por una reducción de atenuación de choque o incremento de las presiones plantares máximas (Buldt, et al., 2013).

Existen revisiones sistemáticas de posturas anormales del pie que se asocian con mayor probabilidad de lesiones de las extremidades inferiores y se encontró

que el pie plano se asocia a un incremento del riesgo para el dolor patelofemoral y síndrome de estrés tibial medial. No obstante, la postura del pie y posibles lesiones a nivel de las extremidades inferiores no son claras (Buldt, et al., 2018).

Varios estudios han evidenciado que las variaciones en la postura del pie cuando soportan peso tienen riesgo de síndrome de estrés tibial medial en reclutas militares y lesiones por uso excesivo de piernas en triatletas. Los pies planos muestran mayor movimiento que los pies normales durante la marcha volviéndolo más susceptible a lesiones en tejidos blandos que se oponen a este movimiento. Se cree que los pies cavos presentan menos movimiento en comparación con los pies de planus, ya que podría generar menos energía debido a la disminución del movimiento, y pueden ser propensos a lesiones asociadas con la atenuación deteriorada del choque (Buldt, et al., 2015).

Levigner informa que, la investigación que realización a pacientes con arco plano del pie, observaron mayor flexión plantar máxima y abducción del antepié y rotación interna del retropié durante la fase de postura tardía. Asimismo, la disminución de la aducción máxima del antepié y una predisposición hacia una mayor eversión del retropié en este mismo grupo. Estos descubrimientos afirman la noción de que los pies de arco plano presentan alteración en el movimiento, asociado con una mayor pronación durante la marcha y pueden llegar a incrementar el riesgo de lesiones por uso excesivo (Levinger et al., 2010).

Es por esto que hemos decidió hacer una investigación sobre las diferentes posturas del pie (cavo, plano y neutro) y ver las posibles afecciones al momento de la marcha. Se ha realizado una búsqueda de información sobre el tema mencionado y no existe suficiente evidencia científica sobre ello por lo que hemos resuelto investigar a profundidad a través de ensayos aleatorios controlados los efectos de las distintas posiciones o posturas del pie y si existe una relación en otras partes del cuerpo durante la marcha.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO

OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación de la postura del pie con las posibles alteraciones en la marcha, mediante una revisión sistemática basada en ensayos aleatorizados controlados (RCT).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las alteraciones en la marcha según el tipo de pie mediante recopilación de información en distintas bases de datos.
2. Determinar qué tipo de pie influye negativamente en la marcha.

1 CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 MORFOFUNCIÓN DEL PIE

1.1.1 ANATOMIA DEL PIE

La estructura, que se observa en la figura 1, se caracteriza por contener 33 articulaciones, 28 huesos, 112 ligamentos, intervenidos por 21 músculos intrínsecos y 13 músculos extrínsecos, por su dimensión angosta y por una región del cuerpo exclusiva, que genera el desplazamiento como la carrera, la marcha o el salto en relación con el suelo. Para hacer un análisis, lo realizan a partir de una postura estática en las que, dependiendo el estudio, pueden clasificarlo por el ángulo del arco longitudinal del pie, ángulo de retropié, el índice de valgo, la altura y el análisis de la huella plantar (Hernández, Escalona, Corbi, 2016).

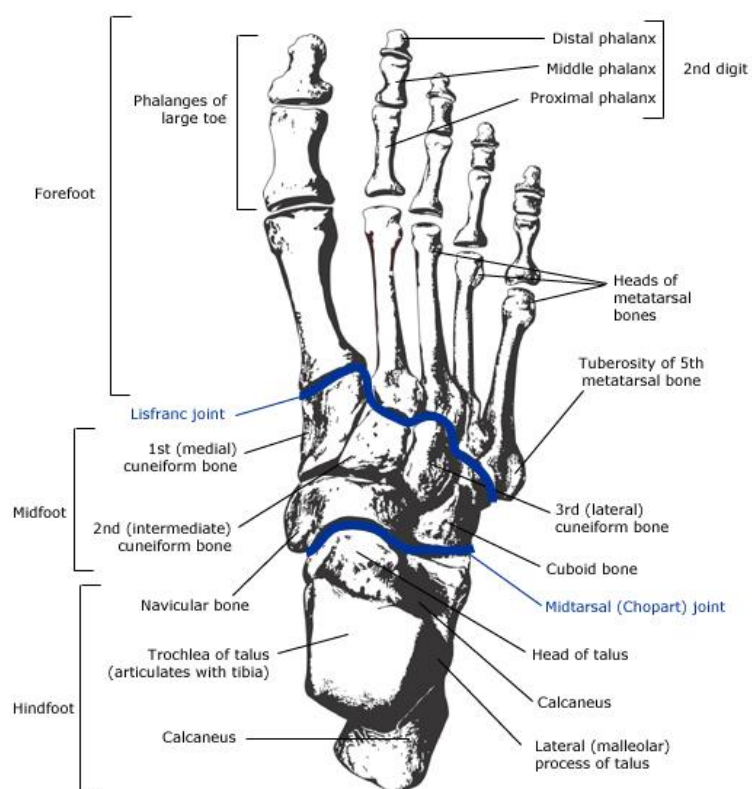


Figura 1. Huesos del pie.

Tomado de: Chorley (2019, p. 3).

1.1.2 MÚSCULOS DEL PIE

En la planta del pie se encuentran los músculos interóseos dorsales, constituidos por el abductor del dedo gordo y el abductor del quinto dedo. Por otro lado, tenemos los músculos interóseos plantares que son, el músculo abductor oblicuo y el abductor transverso y finalmente tenemos los músculos anexos al quinto dedo, formados por los músculos oponente, flexor y abductor del quinto dedo. Todos estos grupos musculares pertenecen al plano profundo, mientras que, en el plano medio podemos encontrar a los músculos flexor largo del dedo gordo, flexor largo de los dedos, músculos lumbricales y músculo cuadrado plantar. Finalmente, en el plano superficial, el músculo flexor corto de los dedos (Kapandji, 2010).

Tanto los músculos lumbricales como los interóseos son estabilizadores de los dedos, son flexores de la primera falange y extensores de segunda y tercera falange. (Kapandji, 2010).

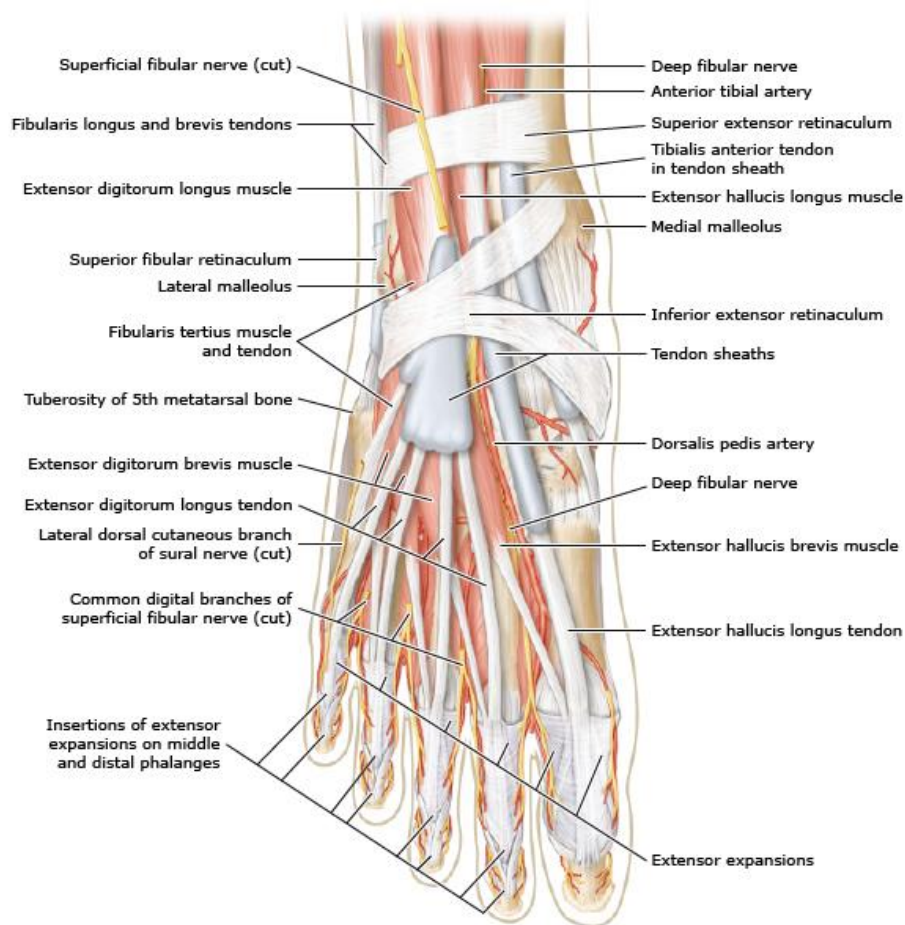


Figura 2. Ligamentos y músculos de pie y tobillo vista anterior.

Tomado de: Fields (2020, p. 8).

Por otra parte, tenemos al músculo peroneo corto que es el principal abductor del pie, luego se suman el peroneo largo, músculo extensor largo de los dedos tercer peroneo como flexores del tobillo, pronadores y abductores. El peroneo largo se desempeña en la dinámica y estática de la bóveda plantar, ya que resalta la curva en los tres arcos, el peroneo corto en cambio al abducir, dirige el antepié hacia fuera. En cambio, el tibial posterior es el principal músculo aductor, extensor de la articulación talocrural y transversa del tarso, supinador del pie ejerciendo la función de orientar y sostener la bóveda plantar. El extensor corto del dedo gordo y el tibial anterior son aductores, supinadores y flexores de tobillo (Kapandji, 2010).

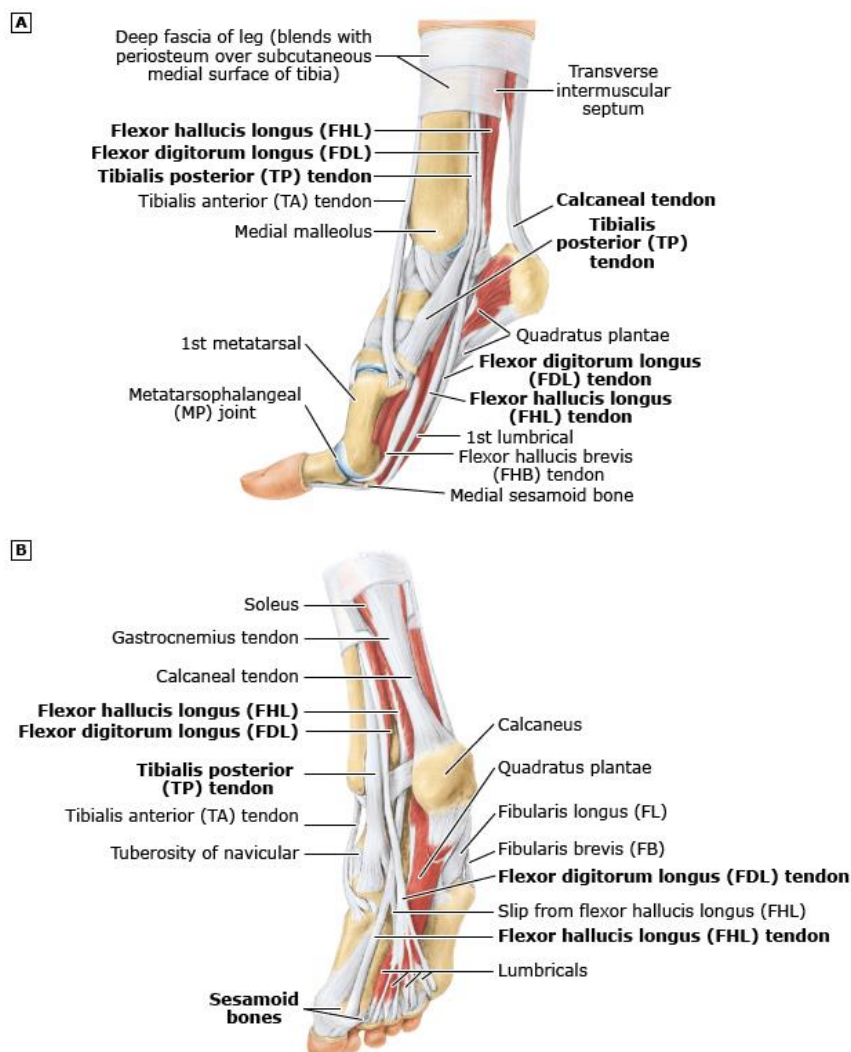


Figura 3. Ligamentos y músculos del pie y tobillo vista lateral y posterior.

Tomado de: Fields (2020, p.8).

Los músculos supinadores son más fuertes que los pronadores sin apoyo del pie, mientras que, el pie al someterse a la carga de peso tiende a irse en pronación, es decir, se eleva el arco externo y descende el arco interno.

La anatomía del pie puede variar entre sujeto y sujeto. Estas variaciones se dan dependiendo si su pie es ancho, corto, delgado o largo con una modificación en su curvatura del eje que va desde el retropié hasta el antepié. La altura en el arco longitudinal del pie puede ser muy elevada, formando el pie cavo o muy aplanada, eliminando totalmente el arco, formando el pie plano (Fields, 2020)

1.2 BÓVEDA PLANTAR

La bóveda plantar está constituida por tres arcos y reforzada por músculos del pie, ligamentos y estructuras osteoarticulares, que permiten adaptarse en superficies irregulares, distribuir la transmisión del peso del cuerpo al suelo y trabajar como amortiguador necesario al momento de la marcha, ya que puede modificar la elasticidad y la curva de dicha bóveda. (Kapandji, 2010).

Se puede apreciar como un triángulo equilátero formado en primer lugar por el arco anterior que pertenece a la unión de la cabeza del quinto metatarsiano y la cabeza del primer metatarsiano, en segundo lugar se encuentra el arco externo, establecido por la cabeza del quinto metatarsiano y la tuberosidad posterior del calcáneo y finalmente el arco interno compuesto por la cabeza del primer metatarsiano y la unión con la tuberosidad posterior del calcáneo, todos estos reforzados por fuertes ligamentos y músculos plantares. Además, existe una curva longitudinal que controla la bóveda plantar a través de los músculos abductor del quinto dedo, flexor largo del dedo gordo, el abductor del dedo gordo, flexor largo y corto de los dedos (Kapandji, 2010).

1.3 ARCOS DEL PIE

1.3.1 ARCO INTERNO

Tiene estructuras óseas que sirven de soporte anterior hacia posterior como son el primer metatarsiano, la primera cuña, el escafoides y el calcáneo, este arco es muy flexible gracias a la movilidad del astrágalo sobre el calcáneo (Kapandji,2010).

Presenta una concavidad gracias al soporte de los ligamentos plantares como son el cuneo- metatarsiano, escafocuneal, principalmente el interóseo calcáneo- astragalino e interóseo calcáneo- escafoideo inferior y al aporte de los músculos flexor largo del dedo gordo, tibial posterior, aductor del dedo gordo, peroneo largo

y la disminución de la curva por la acción del músculo tibial anterior y el extensor corto del dedo gordo como es el aplanamiento (Kapandji, 2010).

1.3.2 ARCO EXTERNO

Presenta tres estructuras de soporte como es el quinto metatarsiano para el apoyo anterior, el cuboideos que no tiene contacto con el suelo y el calcáneo que es el punto de apoyo posterior. En este arco, el astrágalo junto con el calcáneo distribuye la fuerza mecánica y es mucho más rígido para generar el impulso motor del músculo tríceps sural, se encuentra limitada la apertura inferior gracias al ligamento calcáneo- cuboideo- metatarso- plantar en las articulaciones cuboideo- metatarsiana y calcáneo cuboideo en la carga de peso (Kapandji, 2010).

Además, esta limitación inferior de las articulaciones, también se ve dada por los músculos como son el peroneo largo, peroneo corto, mientras que el músculo abductor del quinto dedo conjunto con el aductor del dedo gordo forman la cuerda total del arco externo y los músculos extensor largo de los dedos y el tercer peroneo reducen la curva de este arco cuando actúan sobre la convexidad (Kapandji, 2010).

1.3.3 ARCO ANTERIOR Y CURVA TRANSVERSAL

Tiene una concavidad poco acentuada que se encuentra relacionada con el suelo a través de las partes blandas, nombrado el talón anterior del pie. Este arco se forma desde la cabeza del primer metatarsiano, descansa en los dos sesamoideos y finalmente hacia la cabeza del quinto metatarsiano y tiene soporte del ligamento intermetatarsiano y del haz transversal del músculo aductor del dedo gordo. La curva del arco queda estabilizada por la distribución plantar del músculo tibial posterior mientras que en la parte inferior se encuentra el músculo peroneo largo y el aductor del dedo gordo (Kapandji, 2010).

1.4 TIPOS DE PIE

1.4.1 PIE NORMAL

Una de las funciones básicas del pie es absorber el impacto y peso corporal durante la marcha. En un ciclo normal, una persona aterriza sobre el talón con el pie supinado, mientras que la articulación de chopart queda bloqueada para mantener el pie rígido. Después esta articulación de chopart se desbloquea debido a que el mediopié se proná y así la persona pueda empujar la columna media en el despegue. La articulación de Lisfranc es muy estable y se encarga de soportar el arco transversal al mismo tiempo que permite el movimiento del antepié. Esta articulación se encuentra entre el mediopié y el antepié (Fields, 2020).

1.4.2 PIE CAVO

Anatómicamente el pie normal, forma un trípode con la cabeza del quinto metatarsiano, la cabeza del primer metatarsiano y el calcáneo formando los tres sitios de contacto con el suelo, en cambio en el pie cavo, la flexión del primer rayo, inclina y la sobrecarga a los otros dos elementos (Seaman y Ball, 2020).

La curvatura del pie depende del equilibrio entre los elementos óseos y acciones musculares, cuando la bóveda plantar se encuentra aplanada por el mismo peso del cuerpo y por los distintos músculos que se insertan en la parte convexa como son el tríceps sural, tibial anterior y el tercer peroneo, el extensor largo de los dedos y extensor corto del dedo gordo, los músculos interóseos estabilizadores de las primeras falanges (Kapandji 2010).

El pie cavo es una deformidad que generalmente se caracteriza por la altura del arco plantar longitudinal del pie, flexión plantar del primer cuneiforme y primer metatarsiano, pronación del antepié y varo, varo del retropié y aducción del antepié. Este tipo de pie constantemente es una manifestación de un proceso

neurrológico subyacente, pero no en todos los pacientes que presentan este pie se encuentran relacionados con este suceso (Kapandji, 2010).

Este tipo de pie se ve impulsado por el antepié producto en la mayoría de las enfermedades neurrológicas conduce a desequilibrios musculares. Si el peroneo largo y tibial posterior son más fuertes, causan cambios en la fuerza del tibial anterior, el peroneo corto y los músculos intrínsecos del pie. Sin embargo, estos músculos pueden perder también su fuerza y mantenerse en estado de contractura. La pronación del antepié y la flexión plantar del primer rayo son producto de la unión del peroneo largo en los metatarsianos y la cuneiforme medial (Seaman y Ball, 2020).

1.4.3 TIPOS DE PIE CAVO

1.4.3.1 PIE CAVO (POSTERIOR)

Su nombre se debe a que la alteración se encuentra en el arbotante posterior por insuficiencia o inactivación del tríceps sural.

1.4.3.2 PIE CAVO (MEDIO)

Este tipo de pie se da con poca frecuencia debido a la contractura muscular que se encuentran en la parte plantar y las causas de este pie se dan por el uso de plantillas muy rígidas.

1.4.3.3 PIE CAVO (ANTERIOR)

existen varios tipos en el que tienen un punto en común que es una posición en equino (Kapandji, 2010).

1.4.4 PIE PLANO

Para mantener la curvatura de la bóveda, debe existir el sostén de los ligamentos y principalmente de los músculos para generar el arco de la bóveda plantar durante un periodo de tiempo (Kapandji, 2018).

Los pies planos son una alteración que puede presentarse en un pie o ambos. Comúnmente se identifica el varo del pie posterior, que desencadena una pronación excesiva del pie, también, se puede observar una superficie articular del astrágalo ensanchada, un astrágalo con cara proximal, una copa navicular más profunda, y una superficie articular navicular más alta. Estas alteraciones favorecen el colapso del arco longitudinal medial, disminuyendo la altura. Se denominan pies planos rígidos cuando la pérdida de altura del arco se observa en posiciones de carga o sin carga, mientras que, los pies planos flexibles es cuando una altura del arco longitudinal se encuentra presente al momento que no se somete a cargas y colapsa con la carga de peso (Kapandji, 2010).

Además, al momento de la marcha, el segundo y tercer metatarsiano tienen presiones concentradas en los pies en pies planos comparado con el arco normal y existe una alteración de la presión plantar en el reposo. Además, se observó una distribución alterada de la presión plantar durante la situación de reposo, perturbando la estabilidad postural y promoviendo lesiones en las extremidades inferiores (Kodithuwakku, Chander y Knight, 2019).

Sin embargo, si el soporte muscular se debilita, los ligamentos terminan por distenderse causando que la bóveda se hunda. Por ello es que el pie plano se da por una insuficiencia muscular ya sea por el tibial posterior o peroneo largo siendo el último la causa más frecuente (Kapandji, 2010).

En la marcha, los pies planos comúnmente se sobrepronan, lo que hace que los impulsos de reacción del suelo se distribuyan medialmente, a diferencia de los

pies cavos, ya que, habitualmente se supinan, haciendo que las fuerzas de reacción del suelo se desplacen lateralmente durante toda la postura. Por otro lado, los pies planos están asociados con hallux limitus y rigidus, hallux valgus y disfunción del tendón tibial posterior, considerándolos un elemento de riesgo para el desarrollo de lesiones por uso excesivo, a diferencia de los pies cavos que se encuentran asociados con y deformidades en garras y dedos en martillo. Se desconoce la causa de por qué en ciertas patologías del pie están asociadas específicamente al tipo de pie o por qué algunos individuos tengan algún tipo de pie no rectos son asintomáticos (Hillstrom et al., 2013).

1.5 LA MARCHA

La marcha inicia con un período de transición entre la postura estática y la marcha en estado estable, ejecutando una tarea funcional que necesita del control postural intacto y la planificación motora anticipada para la ejecución (Fraser et al., 2019).

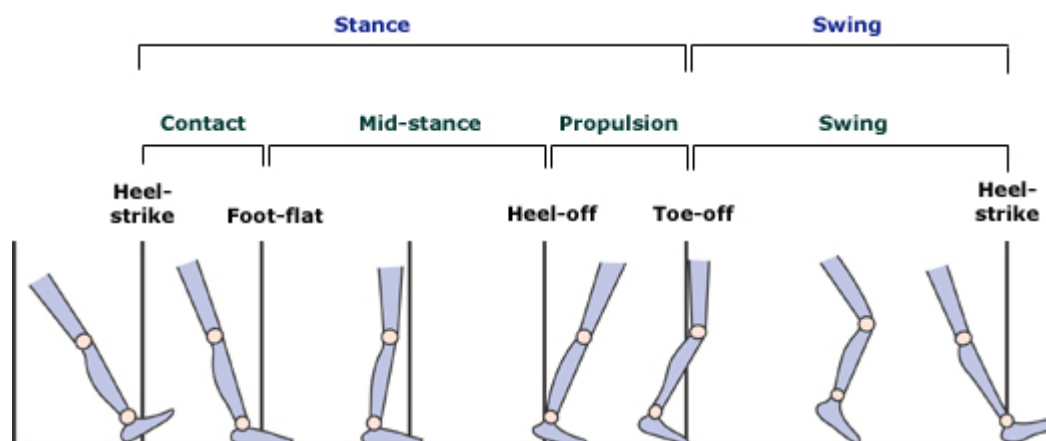


Figura 4. Ciclo de la marcha.

Tomado de: Chorley (2019, p.29).

Varios estudios demuestran que la estructura del pie afecta su capacidad de pronación para poder seguir un patrón normal de movimiento durante la marcha. Otros revelan que cuando el pie tiene forma diferente, influye en el patrón de golpe y establecen las áreas del pie que absorben mayor impacto. Los pies cavos

pueden absorber una fuerza mayor durante la marcha, y los pies en varo se relacionan con un aumento en el riesgo de lesiones relacionadas con la carrera. Esto quiere decir que tanto la forma como la estructura del pie tiene un papel importante en las lesiones al igual que la mecánica de la marcha. Estos parámetros deben evaluarse conjuntamente (Fields, 2020).

Al hablar del ciclo de la marcha se refiere al primer contacto del pie con el suelo, seguido por cada fase de la marcha y finaliza cuando el pie vuelve a tener contacto con el suelo.

Este ciclo se divide en postura y balanceo:

1.5.1 FASE DE POSTURA

La fase de apoyo da inicio cuando el pie tiene contacto con el suelo, llamado contacto inicial o golpe de talón. Después, la respuesta a la carga se da cuando el pie hace una plantiflexión con el suelo y carga peso. En la mitad de la postura, la tibia se mueve hacia adelante sobre el pie flexionado. Por último, el talón se eleva en posición terminal. Los músculos que se activan en secuencia son las iliopsoas al final de la flexión de cadera, el cuádriceps femoral realiza la extensión de la rodilla y los músculos extensores de los dedos y los flexores de tobillo realizan la flexión del tobillo (Simons, 2020).

El primer periodo se da en el contacto inicial y el segundo periodo de soporte de ambas extremidades se da cuando finaliza la fase de postura, antes de empezar la fase de balanceo debido a que el peso de cuerpo se desplaza hacia la extremidad contraria y el talón se eleva del piso para comenzar el despegue (Simons, 2020).

1.5.2 FASE DE BALANCEO U OSCILACIÓN

El balanceo inicial comienza con el despegue y avanza, mientras que el pie se eleva del suelo, gracias a la contracción de los músculos isquiotibiales, flexores de tobillo y la extremidad se mueve hacia adelante por acción del músculo iliopsoas. El balanceo medio empieza cuando la extremidad que oscila va más allá de la extremidad de la postura contraria, la rodilla hace una extensión por contracción del cuádriceps femoral y el pie se balancea hacia adelante por acción de los músculos extensores de la cadera. La oscilación terminal ocurre cuando la musculatura de la extremidad que oscila hacia adelante detiene la extremidad suavemente, preparándose para un nuevo contacto inicial, completando así el ciclo de la marcha. (Simons, 2020).

La mayor parte de los estudios que analizan la biomecánica del mediopié y el antepié usaron sistemas de presión plantar para cuantificar la cinética durante la postura de la marcha. Además, se ha evidenciado que el centro de graduación de la presión plantar del pie se dirige lateralmente a lo largo de la fase de postura, tarda más para progresar hacia el antepié lateral y central, y demora en el pre-swing lateral del antepié. En los talones y dedos de los pies disminuye la presión plantar y se incrementa en la zona del antepié y media del pie, pero también, esta presión es variable luego del contacto inicial y probablemente indica la alteración de la planificación motora de avance durante el cambio de las fases de oscilación a posición (Fraser, et al., 2019).

1.6 ANALISIS DE LA MARCHA

El análisis de la marcha tiene como finalidad medir y evaluar de manera cuantitativa la locomoción humana en donde se incluye el caminar, correr, ascenso y descenso de gradas según los datos que se quiere obtener a través de diferentes técnicas de análisis de movimiento y poder relacionar a que se deben los mecanismos de lesiones. Los evaluadores buscan tener una mejor comprensión de como los ambulantes desarrollan un patrón tanto típico como

atípico de contracciones musculares de las articulaciones para ejecutar tareas funcionales como caminar o subir gradas y según los resultados tener un tratamiento adecuado para el paciente (Peterson, 2007, pp. 1–5).

Tabla 1.

Patologías comunes para el análisis

| |
|--|
| Amputación |
| Distrofia muscular |
| Parálisis cerebral |
| Enfermedad degenerativa de las articulaciones |
| Dolor en las articulaciones |
| Reemplazo de articulaciones |
| Poliomielitis |
| Esclerosis múltiple |
| Distrofia muscular |
| Mielodisplasia |
| Artritis reumatoide |
| Lesión de la médula espinal |
| Apoplejía |
| Lesión cerebral traumática |

Adaptado de: Peterson (2007, p. 129).

Sistemas de medición

En cuanto a los distintos métodos de medición de la marcha se mencionarán algunos a continuación:

Zancada y parámetros temporales: se debe calcular el primer y segundo contacto inicial de la punta del pie las cuales se pueden obtener a través de distintas herramientas como la cinta métrica, cronómetro o monitores fotoeléctricos en

distintos puntos estratégicos del pie o a través de grabaciones sincronizadas de manera sincronizada y plataformas de fuerza (Peterson, 2007; pág. 131).

La medición del movimiento utiliza tecnología que mide la orientación y posición temporoespacial segmentaria del cuerpo utilizando electrogoniometría, acelerómetros y digitalizadores que se basan en videos (Peterson, 2007; pág. 132).

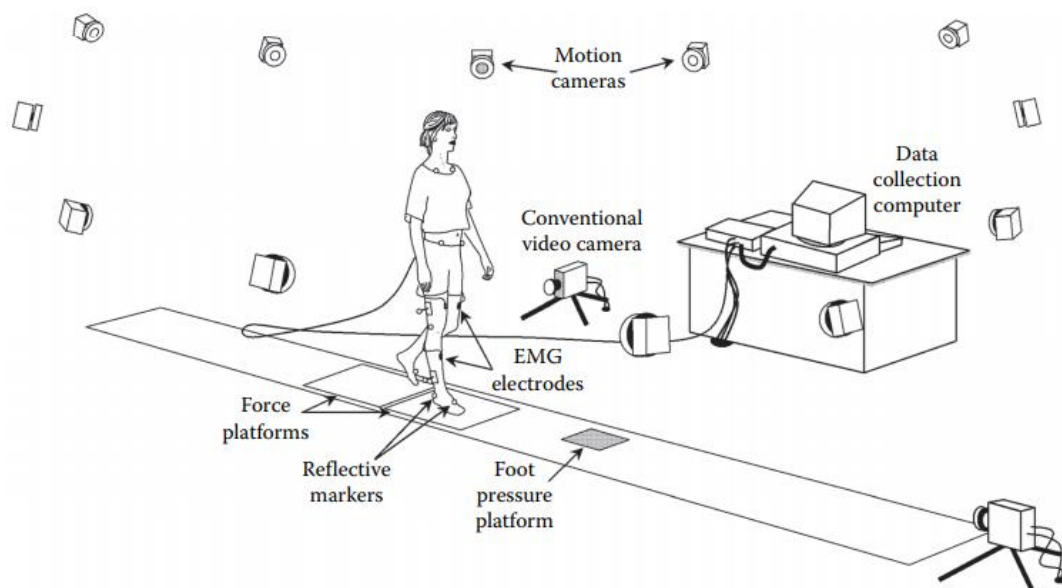


Figura 5. Análisis instrumental de la marcha.

Tomado de: Peterson (2007, pág. 133).

Jiménez, determina que, para mantener una postura erguida, la columna vertebral se apoya sobre la base del sacro y mantiene su curvatura natural con el centro de gravedad. En la estabilidad, la columna debe equilibrar tanto el soporte de peso y equilibrio como las funciones dinámicas y estáticas utilizando las vértebras anteriores, ligamentos y músculos espinales. El centro de gravedad se conserva en el límite dado por los pies en su base de apoyo mientras que la postura estática de la columna que se mantiene equilibrada utiliza la fuerza de reacción del suelo para disminuir la activación muscular. Las fuerzas se cruzan con las curvas vertebrales y las extremidades inferiores permitiendo un control

estático y equilibrado. El control muscular de la cadera, rodilla y tobillo es esencial para evitar el colapso corporal (Jiménez, 2017).

En una investigación realizada observaron que, el grupo de pie cavo se manifestó con un movimiento distintivo en comparación con la postura de pie normal y pie plano. Además, se observaron tres diferencias clave en la función general del pie entre los grupos, puesto que en el pie cavo indicaron alteraciones en los ángulos planos frontal y transversal del retropié, disminución del movimiento en la región medial del pie, en el pie cavo al contacto inicial y la posición media; y reducción de la ROM del plano frontal del mediopié en el pie plano durante el pre-swing, indicando que la postura del pie influye al movimiento del mismo (Buldt, et al., 2015).

Otras investigaciones determinaron que los tipos de pie están relacionados en la biomecánica de la marcha, ya que existe evidencia de que hay diferencias entre la carga del pie y la presión plantar, estableciendo el índice de excursión del centro de presión, indicando que los pies planos presentan este índice más medial y en los pies cavos tienen más lateral que el recto, vinculando los pies planos con fuerzas y presiones medias más altas que en los pies cavos.

Durante la exploración pudieron observar que el pie cavo se manifestó en el retropié de los individuos, hubo un aumento de la eversión máxima y abducción del mediopié al contacto inicial en relación con los que presentan pies rectos o planos y en otra investigación indicaron que los que presentaban pies planos tienen una mayor eversión máxima en el retropié en la postura los que tienen pie normal (Kruger, et al., 2019).

Hay muy pocos estudios, que investigaron la consecuencia del pie plano sobre el movimiento intersegmental del pie y el tobillo verificando la gravedad de la deformidad en las radiografías (Shin, et al., 2019).

1.7 MARCHA ANTIÁLGICA

Al tener un patrón antiálgico se da una respuesta del cuerpo de forma compensatoria para disminuir el dolor que puede provenir de cualquier parte del miembro inferior. Cuando existen compensaciones de un miembro, el apoyo y la fase de balanceo incrementa en la parte contralateral, es decir la parte no afectada (Shah et al., 2020).

1.7.1 LA MARCHA Y LOS TRASTORNOS EN LA CADERA

La degeneración en la cadera causa principalmente dolor, disminución del rango de movimiento y dolor a la rotación interna de cadera.

Cuando una persona tiene osteoartrosis, la cadera expone de manera significativa la disminución en la velocidad de la marcha, un aumento en el tiempo de apoyo y descenso en la longitud de zancada, así como de la rotación interna. Cuando la persona quiere contrarrestar los efectos alterados puede acudir al uso de bastón sin embargo al usarlo, reduce la fuerza requerida en los abductores que se necesitan para estabilizar la cadera (Shah et al., 2020).

1.7.2 LOS TRASTORNOS DE LA RODILLA Y LA MARCHA

Durante el ciclo de la marcha, el dolor de rodilla resulta en la adopción de una posición de flexión. En condiciones fisiológicas normales, durante golpe de talón, una posición de rodilla flexionada ayuda a absorber el impacto del pie golpeando el suelo. También baja el centro de gravedad lo que a su vez reduce el gasto de energía. Un derrame doloroso hará que la rodilla mantenga una posición flexionada durante la postura, ya que la flexión reduce la tensión a través de la cápsula articular. Dolor dentro de la rodilla puede ser secundario a artritis degenerativa o inflamatoria, lesiones de ligamentos, desgarró de meniscos, infección o una fractura (Shah et al., 2020). En una marcha antiálgica secundaria a una rodilla dolorosa, el golpe de talón es y se prefiere caminar con los dedos de los pies en su lugar, para permitir el mantenimiento de la flexión de la rodilla (Zifchock et al., 2019).

2. CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Mediante la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) se realizó una revisión sistemática, para la estrategia de búsqueda se ejecutó en las bases de datos: Science Direct, Scielo y PubMed. La táctica de búsqueda para los artículos fue en el idioma inglés, en los últimos cinco años, se empleará las siguientes palabras claves: *foot posture; gait*. Estas palabras se combinaron a través del conector en inglés *and*, para obtener una relación directa de las palabras claves en la búsqueda sobre el presente tema.

2.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Se incluirá los ensayos aleatorizados controlados (RCT) que determinen la relación de la postura del pie y sus efectos en la marcha. Los trabajos de investigación para la revisión contaron con los siguientes criterios:

Tabla 2.

Criterios de inclusión y exclusión

| CRITERIOS DE INCLUSIÓN | CRITERIOS DE EXCLUSIÓN |
|---|--|
| 1. Estudios con personas que relacionen la postura del pie y la marcha. | 1. Artículos que muestren estudios realizados en niños de 0 a 10 años 2. Uso de órtesis o elementos en el apoyo plantar 3. Patologías neurológicas de origen central y/o periférico. |

2.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

Los datos obtenidos de cada artículo fueron: año de publicación del artículo, variables estudiadas, autores, tamaño de la muestra, patología, resultados principales, región del estudio y tipo de población.

2.3.1 EVALUACIÓN CUANTITATIVA (PEDRO)

Se utilizó la escala PEDro para analizar de manera cuantitativa a través de parámetros que miden la calidad de la metodología de cada artículo.

Se analizó individualmente los diez estudios en la base de datos PEDro y fue registrado en la tabla de resultados puntuando los once parámetros de la escala. Los artículos que cumplieron el porcentaje mínimo de 6 fueron incluidos a la tabla de datos, mientras los que no cumplieron el puntaje mínimo, se descartados por abandono de trabajo, no fueron asignados al azar, la asignación no fue oculta, no fueron segados los participantes, no segaron a los terapeutas y los criterios de elección no fueron especificados para el análisis de datos.

2.3.2 EVALUACIÓN CUALITATIVA

En la actual revisión sistemática los estudios fueron analizados por los autores de manera cualitativa a través de la valoración de los diferentes tipos de pie, análisis en la marcha y sus alteraciones.

En los cinco artículos que clasificaron con la escala de PEDro se dividió en dos grupos, uno hacía relación al arco plantar y otro al análisis de la marcha.

Se catalogó en tres tipos de variables referente al arco plantar como son índice del arco plantar, caída navicular e índice del arco dinámico y siete para el análisis de la marcha que son velocidad, longitud de zancada, cadencia, duración de la

zancada, duración de la fase de postura, longitud del paso y tiempo del paso, visualizados en la tabla 3.

Se clasificó también los procedimientos de evaluación tanto para el arco plantar como para el análisis de la marcha donde se encuentran para el arco plantar cinco procedimientos y para el análisis de la marcha cuatro procedimientos de evaluación. Visualizar la tabla 4.

Tabla 3.

Tipos de variable

| Tipos de variable | |
|--------------------------|--------------------------------|
| Arco plantar | Análisis de la marcha |
| Índice del arco plantar | Velocidad |
| Caída navicular | Longitud de zancada |
| Índice del arco dinámico | Cadencia |
| | Duración de la zancada |
| | Duración de la fase de postura |
| | Longitud del paso |
| | Tiempo del paso |

Tabla 4.

Procedimiento de evaluación

| Procedimiento de evaluación | |
|--|-------------------------------|
| Arco plantar | Análisis de la marcha |
| Cálculo índice del arco plantar (AHI). | Sistema tridimensional Vicon. |
| Cálculo de caída navicular. | Plataforma de fuerza. |
| Ángulo de Meary. | Software Eva real-time. |

| | |
|------------------------|--|
| Plataforma Emed Novel. | Dupont para evaluación de movimiento del pie intersegmentario. |
| Valoración visual. | |

Finalmente, se enumeró los diferentes artículos según los autores, año de publicación, tamaño de muestra, variables de estudio, principales resultados y el tipo de población, con sus respectivos resultados para determinar, ver anexo 1.

3 CAPITULO III: RESULTADOS

3.1 SINTESIS DE LOS RESULTADOS

En el total de la búsqueda; se obtuvo dos mil ochocientos noventa y un artículos en las bases de datos analizadas: Science Direct, Pubmed y Scielo. No se encontraron duplicados entre las bases de datos. Después de analizar el título y el resumen, se eligieron treinta estudios excluyendo veinte por no cumplir con los requisitos para la revisión completa. Una vez realizado el análisis de texto completo se incluyeron cinco artículos para esta revisión sistemática.

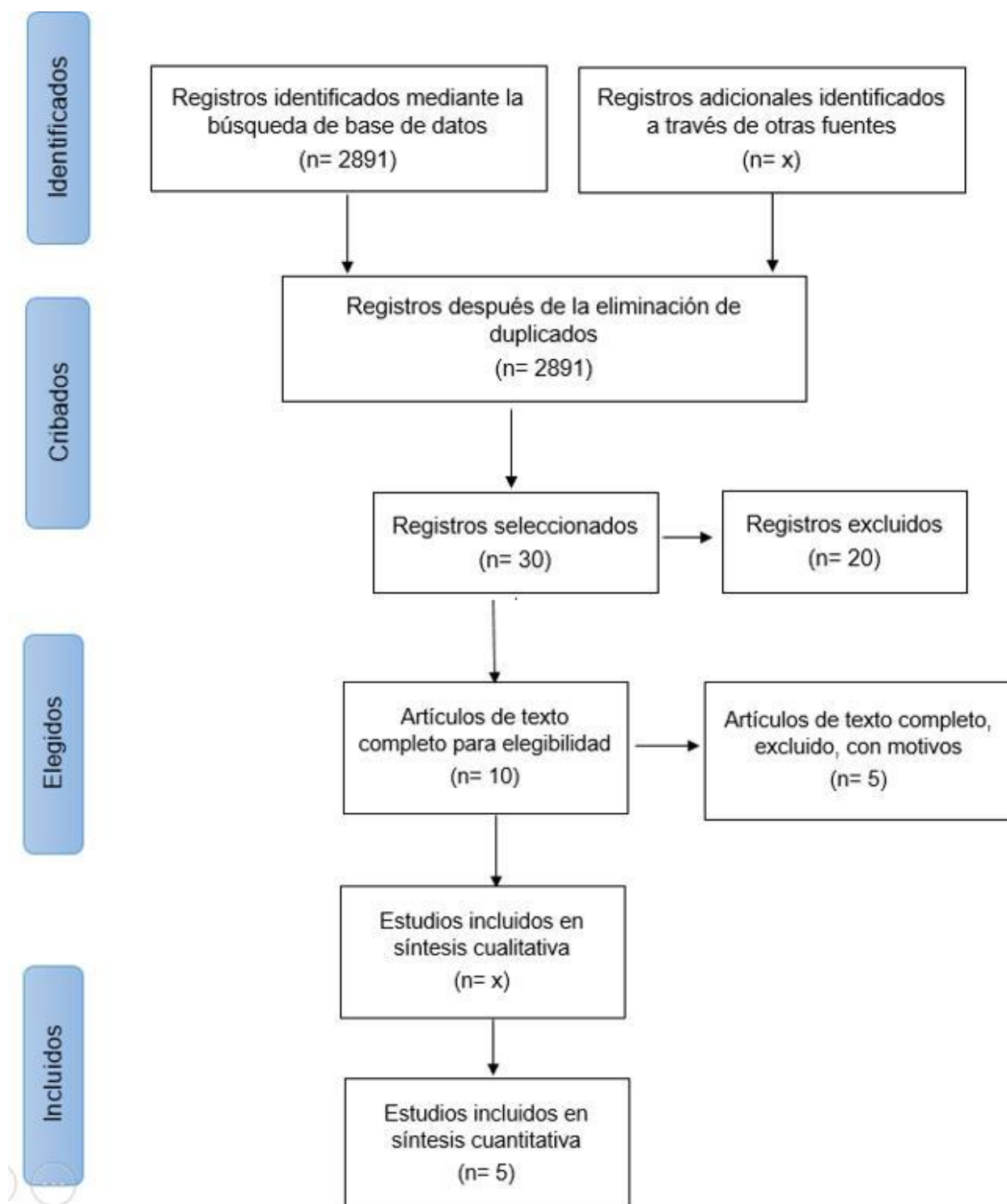


Figura 6. PRISMA.

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO

Las características de la población dentro de los estudios fueron en total de treientos diecisiete participantes entre niños y adultos en una edad promedio entre 10 a 69 años, ya que a partir de los 10 años presenta características de un pie adulto.

Para esta revisión sistemática, se enfocaron en los análisis de medición del arco plantar, de los cuales los cinco artículos evaluaron inicialmente este parámetro, de estos, el primer artículo clasifico al pie plano por gravedad por la medición del ángulo de Meary y el segundo artículo valoró el pie de manera visual y lo catalogó, por sintomatología presente o no en el pie plano, para el tercer artículo, determinaron con la prueba de la caída navicular y el índice de la postura del pie, y dividieron dos grupos con pie plano, en el que uno realizó un programa de ejercicio y el otro fue el grupo de control, para análisis de diferencias entre grupos. El cuarto artículo evaluó un grupo con pie plano flexible y pie normal, analizando la altura del arco y la caída navicular mediante la medición del índice de estas variables, y el quinto artículo valoró el arco en pie normal, pero de manera dinámica a través de la plataforma de baropodometría Emed Novel.

Tabla 5.

Puntuación en la escala PEDro

| | Referencia | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | Total |
|---|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|-------------|---------------|-----|-------|
| 1 | Shin et al. (2019) | + | - | - | + | - | - | - | + | + | + | + | 6/11. |
| 2 | Kerr et al. (2019) | + | - | + | + | + | - | - | + | + | + | + | 7/11. |
| 3 | Jafarnezhadgero, Majlesi y Madadi-Shadc (2018) | + | + | + | - | + | - | - | + | + | + | + | 7/11. |
| 4 | Hollander et al. (2018) | + | + | + | - | + | - | - | + | + | + | + | 7/11. |
| 5 | Okumura et al(2020) | + | + | - | + | - | - | + | + | + | + | + | 7/11. |
| Porcentaje de Cumplimiento | | 36.6% | 36.6% | 63.6% | 36.6% | 9.09% | 18.18% | 81.8% | 100% | 100% | 90.90% | | |
| PEDro (Physiotherapy Evidence Database): +Si; - No. P1: Especificación de los criterios de elegibilidad; P2: Asignación al alzar; P3: Cegamiento de la asignación; P4: Equivalencia de grupos; P5: Cegamiento de sujetos; P6: Cegamiento del terapeuta; P7: Cegamiento del evaluador; P8: Seguimiento del sujeto (almenos 85% de seguimiento); P9: Análisis del tipo de intención a tratar; P10: Comparaciones estadísticas entre los grupos; P11: Medida de variabilidad y punto de medidas. Evaluación realizada por los autores. | | | | | | | | | | | | | |

4 CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 DISCUSIÓN

El objetivo del actual estudio fue analizar la relación de la postura del pie y la marcha a través de una revisión sistemática basada en ensayos aleatorizados controlados.

A lo largo de esta investigación se encontró información en cuanto al análisis del pie durante la marcha y sus distintas afectaciones o modificaciones del cuerpo. En cuanto a la búsqueda de los tipos de pie (plano, cavo, normal) no se encontró artículos que estudien el pie cavo relacionados a la marcha y los estudios presentados en esta revisión hablan sobre el pie plano y pie normal desde distintos enfoques en evaluaciones de posiciones dinámicas y estáticas durante la marcha y la carrera.

En el estudio de Shin (2019), la longitud de la zancada, la velocidad de la marcha, el ancho del paso y la cadencia fue menor en los pacientes que presentaban pie plano. Por otro lado, Kerr (2019), mostró aumento en el movimiento de abducción del antepié en la fase de postura en los pacientes que presentaban pie plano sintomático.

Okamura (2020), concluye con su investigación que disminuyó el drop navicular mejorando el mecanismo de molinete, el alineamiento estático del pie y algunos parámetros de la cinemática como duración de la fase de postura, caída navicular dinámica, fuerza de reacción e índice de la postura del pie, durante la marcha a través de ejercicios de pie corto con una duración de 8 semanas.

Jafaenzhadgero (2018), evaluó los momentos en la marcha teniendo un índice de asimetría en los movimientos de abducción, aducción, y rotación interna de rodilla y en flexión, y abducción de cadera en pacientes con pie plano en

comparación con el pie normal demostrando que sí existe una relación entre la postura del pie y la fase de la marcha.

Como se ha descrito anteriormente se ha evidenciado alteraciones biomecánicas durante la marcha a causa del pie plano en los diferentes análisis que han realizado los estudios mencionados anteriormente.

4.2 CONCLUSIÓN

Se analizó la relación que existe entre la postura del pie y la marcha. La revisión sistemática realizada no determino que existe una relación significativa entre el tipo de pie y la marcha.

De acuerdo con la recopilación de información de las distintas bases de datos, se identificó un aumento en el índice de asimetría en los movimientos de abducción, aducción, rotación interna de rodilla, además de flexión y abducción de cadera en pacientes con pie plano en comparación con un grupo de pie normal y otro artículo muestra una disminución de longitud de la zancada, la velocidad de la marcha, el ancho del paso y la cadencia fue menor en los pacientes que presentaban pie plano.

A pesar de los resultados obtenidos se observó variaciones en la marcha en pacientes con pie plano, los datos no fueron concluyentes debido al número de participantes y a la falta de estudios sobre este tema.

4.3 RECOMENDACIONES

Hacer un análisis con un mayor número de población para verificar si estas diferencias encontradas en los momentos de la marcha son realmente significativas.

Incluir pacientes con los tres tipos de pie para tener una mejor comparación entre las variaciones de los estudios.

Utilizar métodos de medición similares precisos para la clasificación del tipo de pie como la baropodometría y en el caso de la marcha el sistema de Vicon y plataformas de fuerza para obtener mejores resultados.

REFERENCIAS

- Buldt, A. K., Forghany, S., Landorf, K. B., Murley, G. S., Levinger, P., & Menz, H. B. (2018). Centre of pressure characteristics in normal, planus and cavus feet. *Journal of foot and ankle research*, 11, 3. <https://doi.org/10.1186/s13047-018-0245-6>
- Buldt, A. K., Murley, G. S., Butterworth, P., Levinger, P., Menz, H. B., & Landorf, K. B. (2013). The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: A systematic review. *Gait & Posture*, 38(3), 363-372. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.01.010>
- Buldt, A., Levinger, P., Murley, G., Menz, H., Nester, C., Landorf, K. (2015). Foot posture is associated with kinematics of the foot during gait: A comparison of normal, planus and cavus feet. *Elsevier*, 42. (pp.42,48). <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.03.004>
- Buldt, A., Allan, J., Landorf, K., Menz, H. (2018). The Relationship Between Foot Posture and Plantar Pressure During Walking in Adults: A Systematic Review. *Elsevier*, 62. (pp.56-67). doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.02.026
- Chorley, J. (2019, 23 abril). *Gait cycle* [Gráfico]. Recuperado de <https://www.uptodate.com/contents/foot-and-ankle-pain-in-the-active-child-or-skeletally-immature-adolescent-evaluation>
- Chorley, J. (2019a, abril 23). *Bones of the foot* [Gráfico]. Recuperado de <https://www.uptodate.com/contents/foot-and-ankle-pain-in-the-active-child-or-skeletally-immature-adolescent-evaluation>
- Field, K. (2020). Evaluation and diagnosis of common causes of midfoot pain in adults. *UpToDate*. <https://www.uptodate.com/contents/evaluation-and-diagnosis-of-common-causes-of-hindfoot-pain-in-adults>
- Fields, K. (2020). Overview of foot anatomy and biomechanics and assessment of foot pain in adults. *UpToDate*. <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-foot-anatomy-and-biomechanics-and-assessment-of-foot-pain-in-adults>

- Fields, K. (2020, 13 mayo). *Ankle and foot ligaments lateral view* [Gráfico]. Recuperado de <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-foot-anatomy-and-biomechanics-and-assessment-of-foot-pain-in-adults>
- Fields, K. (2020, 13 mayo). *Ankle and foot ligaments medial view* [Gráfico]. Recuperado de <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-foot-anatomy-and-biomechanics-and-assessment-of-foot-pain-in-adults>
- Fields, K. (2020, 13 mayo). *Dissection demonstrating continuation of foot plantar flexor tendons* [Gráfico]. Recuperado de <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-foot-anatomy-and-biomechanics-and-assessment-of-foot-pain-in-adults>
- Fraser, J. Hart, J. Saliba, S. Park, J. Tumperi, M. Hertel, J. (2019). Multisegmented ankle-foot kinematics during gait initiation in ankle sprains and chronic ankle instability. *Elsevier*, 68. (pp.80-88). <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.05.017>
- Green, A. (2020). The Pediatric Foot and Ankle. *Elsevier*.67(1), (pp.169-183). <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2019.09.007>
- Hernández, O. Escalona, C y Corbi, F. (2016). Relación entre la postura del pie y la cinemática de la carrera: estudio piloto. *Apunts Medicina de l'esport*, 51,192, pp.115-122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2016.03.001>
- Hillstrom, H. J., Song, J., Kraszewski, A. P., Hafer, J. F., Mootanah, R., Dufour, A. B., Deland, J. T., III. (2013). Foot type biomechanics part 1: Structure and function of the asymptomatic foot. *Gait & Posture*, 37(3), 445-451. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.09.007>
- Hillstrom, H. Song, J. Kraszewski, A. Hafer, J. Mootanah, R. Dufour, A. Shingpui, B. Deland, J. (2013). Foot type biomechanics part 1: Structure and function of the asymptomatic foot. 37(3). (pp.445- 451). <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.09.007>
- Hollander, K. Zech, A. Lina, A. Orendurff, M. Stebbins, J. Heidt, C. (2019). The relationship between static and dynamic foot posture and running biomechanics: A systematic review and meta-analysis. *Elsevier*, 72. (pp.109-122). <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.05.031>

- Hollander, K., Stebbins, J., Albertsen, I. M., Hamacher, D., Babin, K., Hacke, C., & Zech, A. (2018). Arch index and running biomechanics in children aged 10–14 years. *Gait & Posture*, *61*, 210-214.
- Jafarnezhadgero, A. Majlesi, M. & Madadi-Shad, M. (2018). The effects of low arched feet on lower limb joints moment asymmetry during gait in children: A cross sectional study. *Elsevier*, *34*, 63-68.
- Jiménez, M. (2017). Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, *28*(4). (pp.713-725). <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.005>
- Kapandji, A. (2010). *FISIOLOGÍA ARTICULAR* (Sexta ed., Vol. 2). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Kerr, C. Zavatsky, A. Theologis, T. Stebbins, J. Kinematic differences between neutral and flat feet with and without symptoms as measured by the Oxford foot model. *Elsevier*, *67*. (pp.213- 218).
- Kodithuwakku, S. Chander, H. Knight, A. (2019). Flatfeet: Biomechanical implications, assessment and management. *Elsevier*, *38*. (81-85). <https://doi.org/10.1016/j.foot.2019.02.004>
- Kruger, K. Graf, A. Flanagan, A. McHenry, B. Altiok H. Smith, P. Harris, G. Krzak, J. (2019). Segmental foot and ankle kinematic differences between rectus, planus, and cavus foot types. *Elsevier*, *94*. (pp.180-186). <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.07.032>
- Levinger, P., Murley, G. S., Barton, C. J., Cotchett, M. P., McSweeney, S. R., & Menz, H. B. (2010). A comparison of foot kinematics in people with normal- and flat-arched feet using the Oxford Foot Model. *Gait & Posture*, *32*(4), 519-523. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.07.013>
- Okamura, K., Fukuda, K., Oki, S., Ono, T., Tanaka, S., & Kanai, S. (2020). Effects of plantar intrinsic foot muscle strengthening exercise on static and dynamic foot kinematics: A pilot randomized controlled single-blind trial in individuals with pes planus. *Gait & Posture*, *75*, 40-45.
- Peterson, D. R. (2007). *Biomechanics: Principles and Applications, Second Edition* (2.^a ed.). CRC Press.

- Seaman, T. Ball, T. (2020). *Pes Cavus*. *National Library of Medicine*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556016/>
- Shah, K., Solan, M., & Dawe, E. (2020). The gait cycle and its variations with disease and injury. *Orthopaedics and Trauma*, 34(3), 153-160.
<https://doi.org/10.1016/j.mporth.2020.03.009>
- Shah, K., Solan, M., & Dawe, E. (2020). The gait cycle and its variations with disease and injury. *Orthopaedics and Trauma*, 34(3), 153-160.
<https://doi.org/10.1016/j.mporth.2020.03.009>
- Simons, S. (2020). Clinical assessment of walking and running gait. *Up To Date*,
<https://www.uptodate.com/contents/clinical-assessment-of-walking-and-running-gait>
- Shin, H. S., Lee, J. H., Kim, E. J., Kyung, M. G., Yoo, H. J., & Lee, D. Y. (2019). Flatfoot deformity affected the kinematics of the foot and ankle in proportion to the severity of deformity. *Gait & Posture*, 72, 123-128.
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.06.002>
<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.06.002>
- Syazni, S. y Ping, W. (2018). A state-of-the-art review of foot pressure. *Elsevier*. 26(1), (pp.25-32). doi.org/10.1016/j.fas.2018.12.005
- Wong, T., & Paton, B. (2018). Foot posture and lower limb dynamics in the healthy adult population: A literature review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21, S82. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.09.186>

ANEXOS

ANEXO 1.

Variables estudiadas

| POSTURA DEL PIE Y EFECTOS EN LA MARCHA | | | | | | | | | | | |
|--|----------|------------------------|-----------------|-------------------|--|--------------------|---|--------------------|-------------------|---|--|
| # | ARTÍCULO | AUTORES | AÑO PUBLICACIÓN | TAMAÑO DE MUESTRA | VARIABLES ESTUDIADAS | PARA QUE PATOLOGÍA | PRINCIPALES RESULTADOS | REGIÓN DEL ESTUDIO | TIPO DE POBLACIÓN | DOI | CITA |
| 3 | 1 | Shin et al. | 2019 | 78 | VELOCIDAD, LONGITUD DE ZANCADA, CADENCIA, DURACIÓN DE LA FASE DE POSTURA | N/A | La deformidad del pie plano afecta la cinemática del pie y el tobillo en proporción a la gravedad de la deformidad. | KOREA | ADULTOS | https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.06.002 | Soo, H. Hee J. Jin E. Gyu, M. Jeong H. Yeon, D. (2019). Flatfoot deformity affected the kinematics of the foot and ankle in proportion to the severity of deformity. Elsevier. 72. (pp.123-128). |
| 4 | 2 | Kerr et al. | 2019 | 106 | LONGITUD DE LA ZANCADA, DURACIÓN DEL PASO, DURACIÓN DE LA FASE DE POSTURA, ÍNDICE DE ALTURA DEL ARCO | N/A | Se produjo un aumento de la abducción del antepié durante la fase de postura en los participantes sintomáticos de pie plano en comparación con todos los grupos asintomáticos. | REINO UNIDO | NIÑOS/ADULTOS | https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.10.015 | Kerr, C. Zavatsky, A. Theologis, T. Stebbins, J. Kinematic differences between neutral and flat feet with and without symptoms as measured by the Oxford foot model. Elsevier. 67. (pp.213- 218). |
| 5 | 3 | Okumura et al. | 2020 | 20 | DURACIÓN DE LA FASE DE POSTURA, CAIDA NAVICULAR DINÁMICA, FUERZA DE REACCIÓN DEL SUELO. | N/A | Para las personas con pie plano con ejercicio de pies cortos, corrigió efectivamente la alineación estática del pie y los parámetros temporales de la cinemática del pie durante la marcha. | JAPON | ADULTOS | 10.1016/j.gaitpost.2019.09.030 | Okamura, K., Fukuda, K., Uki, S., Ono, T., Tanaka, S., & Kanai, S. (2020). Effects of plantar intrinsic foot muscle strengthening exercise on static and dynamic foot kinematics: A pilot randomized controlled single-blind trial in individuals with pes |
| 6 | 4 | Jafarnezhadgero et al. | 2018 | 15 | VELOCIDAD, LONGITUD DE ZANCADA, CADENCIA, ÍNDICE DE ALTURA DEL ARCO | N/A | Las personas con pies planos tenían una mayor asimetría en el momento de flexión de la cadera, así como en el momento de la abducción de la cadera. | IRAN | NIÑOS | https://doi.org/10.1016/j.foot.2017.11.005 | Jafarnezhadgero, A. Majlesi, M. & Madadi-Shad, M. (2018). The effects of low arched feet on lower limb joints moment asymmetry during gait in children: A cross sectional study. Elsevier. 34, 63- |
| 7 | 5 | Hollander et al. | 2018 | 101 | VELOCIDAD, LONGITUD DE ZANCADA, CADENCIA, DURACIÓN DE ZANCADA, LONGITUD DEL PASO, TIEMPO DEL PASO, ÍNDICE DE ALTURA DEL ARCO | N/A | Los pies de arcos bajos (en el pie plano) con una rotación interna excesiva y arcos altos (en el pie cavo) con una rotación externa excesiva | ALEMANIA | NIÑOS | https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.01.013 | Albertsen, I. M., Hamacher, D., Babin, K., Hacke, C., & Zech, A. (2018). Arch index and running biomechanics in children aged 10–14 years. Gait & Posture, 61, 210-214. |

