Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Carrera de Medicina

Año 2021
Trabajo Final de Carrera

PIE PLANO DEL ADULTO ACTUALIZACIÓN BIBLIOGRÁFICA

ADULT FLAT FOOT BIBLIOGRAPHIC UPDATE

Alumno:

Fábio Luiz De Sousa
FabioLuiz.DeSousa@Alumnos.uai.edu.ar
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad Abierta Interamericana

Tutor:

Marcos Esteban Avalos Simbero
MarcosEsteban.AvalosSimbero@uai.edu.ar
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad Abierta Interamericana

PIE PLANO DEL ADULTO ACTUALIZACIÓN BIBLIOGRÁFICA
ADULT FLAT FOOT BIBLIOGRAPHIC UPDATE

Autores: *Sousa F, Avalos M.*

Resumen

Introducción: *Esta investigación surge como un aporte a la medicina ortopédica y a la traumatología, al asumir como objetivo describir prácticas actualizadas para resolver la deformidad del pie plano del adulto (PPAA) y sus resultados, desde la contribución de la literatura. Esta PPAA es una patología compleja, dolorosa y deformante se caracteriza por la disfunción del complejo ligamentario de spring pero sobre todo la del tendón del tibial posterior (TTP) considerado el más importante estabilizador dinámico del arco longitudinal medial del pie. Diversidad de estudios han estudiado esta temática, en función de su abordaje quirúrgico y las alternativas ortopédicas aplicadas, los cuales fueron insumos para esta investigación, ofrecida como contribución médico-social coadyuvante de la calidad de vida de los individuos que la presentan.* ***Materiales y métodos:*** *metodológicamente el diseño de estudio es una revisión sistemática de base bibliografía teórica. Como estrategia de búsqueda se consultó la literatura científica virtual en salud, la cual abarca las siguientes bases de datos biomédicas: Pubmed, Medline, Elsevier, Cochranes, Scholar. Se utilizaron términos MeSH y DeCS con el uso de operadores booleanos AND y OR para amplificar y restringir las publicaciones vinculada con la investigación. Para la discusión de los resultados los artículos se agruparon en 3 ejes temáticos: Diagnóstico, tratamiento quirúrgico y ortopédico, de los cuales, mediante contrastación crítica y exhaustiva, se extrajeron las contribuciones para esta investigación.* ***Resultados:*** *de esta manera se recuperó un total de 143 artículos de los cuales se descartaron 108 por incumplir con los criterios de inclusión y se seleccionaron 35 artículos científicos para incluir en esta revisión sistemática.* ***Conclusión:*** *Los investigadores recomiendan para el diagnóstico la evaluación ecográfica de músculos y fascia plantar: evaluación de las propiedades morfológicas y mecánicas de la fascia plantar y los músculos intrínsecos; método de reconstrucción 3D a partir de radiografías biplanar. En el eje quirúrgico, sugieren la opción de la artrodesis, osteotomía de Evans y transferencias de tendones. Finalmente, en cuanto a eje ortopédico, recomiendan la ortesis.*

Palabras claves: *Acquired Adult Flatfoot Deformity; Flatfoot/physiopathology; Posterior tibial tendon dysfunction/physiopathology; Posterior tibial tendón Dysfunction/therapy; Foot orthoses/Flatfoot.*

Abstract

Introduction: *This research arises as a contribution to orthopedic medicine and traumatology, by assuming the objective of describing updated practices to resolve adult flatfoot deformity (AAFD) and its results, from the contribution of the literature. This AAFD is complex, painful and deforming pathology characterized by dysfunction of the spring ligament complex but especially that of the posterior tibial tendón (TPT) considered the most important Dynamic stabilizer of the medial longitudinal arch of the foot. A variety of studies have studied This issue, base don its surgical approach and the orthopedic alternatives applied, which were inputs for This research,offered as a medico-social contribution to the quality of life of the individuals who present it.* ***Material and Methods:*** *Methodologically, the study design is a systematic review of the theoretical*

bibliography base. As a search strategy, the virtual scientific literature on health was consulted, which includes the following biomedical databases: Pubmed, Medline, Elsevier, Cochranes, Scholar. MeSH and DeCS terms were used with the use of Boolean operators AND and OR to amplify and restrict the publications related to the research. For the discussion of the results, the articles were grouped into 3 thematic axes: Diagnosis, surgical treatment and Orthopedic, from which, through critical and exhaustive contrast, the contributions for this research were extracted. ***Results:*** *In this way, a total of 143 articles were recovered, of which 108 were discarded for failing to meet the inclusion criteria and 35 scientific articles were selected to include in this systematic review.* ***Conclusion:*** *The researchers recommend for the diagnosis the ultrasound evaluation of muscles and plantar fascia: evaluation of the morphological and mechanical properties of the plantar fascia and the intrinsic muscles; 3D reconstruction method from biplanar radiographs. In the surgical axis, they suggest the option of arthrodesis, Evans osteotomy, and tendon transfers. Finally, regarding the orthopedic axis, they recommend the orthosis.*
Keywords: *Acquired Adult Flatfoot Deformity; Flatfoot / physiopathology; Posterior tibial tendon dysfunction / physiopathology; Posterior tibial tendon Dysfunction / therapy; Foot orthoses / Flatfoot.*

Introducción

La medicina ortopédica y traumatológica se encargan de atender la deformidad del pie plano en el adulto, siendo una de las afecciones que se presenta como la causa más frecuente de la disfunción del tibial posterior, caracterizada por una imperfección acompañada de dolor originada por el deterioro gradual de los ligamentos que conforman del apoyo de arco lateral interno.(1) Aunque investigaciones actuales argumentan que los ligamentos de spring y deltoides conforman el complejo ligamentario tibiocalcaneonavicular, que provee estabilidad medial a las articulaciones tibioastragalina, subastragalina y talonavicular afirman que su alteración está directamente relacionado con el PPAA(2)

Esta investigación asume como objetivo describir practicas actualizadas para resolver el pie plano del adulto y sus resultados, desde la contribución de la literatura, desarrollándose desde sus consideraciones teóricas, el concepto de pie plano del adulto, definición general de la anatomía, biomecánica, fisiopatología, diagnóstico y tratamientos actuales.

En razón de la direccionalidad metodológica, se asume el método de revisión de la literatura, bajo criterios de una investigación en su tipo revisión sistemática. Esta investigación se presenta con relevancia y significación científica con un aporte a la medicina ortopédica y traumatología, por desarrollarse con la intención de describir practicas actualizadas para resolver el pie plano del adulto. En consecuencia, cumple además con el criterio de contemporaneidad por ser desarrollada desde la contribución de la literatura de comprobada y acreditada vigencia.

De la misma manera, el presente estudio se ofrece como una contribución de tipo social, por cuanto, incorpora en su contenido las posibles alternativas de tratamientos y correcciones quirúrgicas u ortopédicas para tratar el pie plano en adultos, lo cual influye de manera positiva sobre la calidad de vida del ser humano que pudiera tener esta deformación.

Concepto de pie plano del adulto

La deformidad del pie plano adquirido del adulto (PPAA), podría definirse como la alteración gradual y progresiva del retropié medial deformante, sintomática muy dolorosa derivada de una atenuación progresiva de la funcionalidad del tendón que corresponde al musculo tibial posterior y de los ligamentos que sustentan el arco plantar como los ligamentos spring y deltoides que conforman el complejo ligamentario tibiocalcaneonavicular, que provee estabilidad medial a las articulaciones tibioastragalina, subastragalina y talonavicular demostrando que su alteración está directamente relacionado con las etapas avanzadas del PPAA. El ligamento spring superomedial se integra con el ligamento deltoideo superficial conformando el complejo ligamentario más grande, que otorga la estabilidad peritalar medial (2). El músculo tibial posterior es el estabilizador primario del retropié tiene una excursión extremadamente corta de apenas 15mm, y esto deriva que una elongación pequeña ocasione una disfunción y una sintomatología importante generando 4 consecuencias importantes que son el colapso progresivo del arco interno, el valgo del retropié, la pronación del mediopié y la abducción del antepié. Es una deformidad en la cual se anulan las relaciones interarticulares del retropié, así como las del antepié, lo cual produce un desequilibrio muscular y modificaciones importantes en la elasticidad de los ligamentos. Es equivalente a la depreciación de la bóveda plantar, constituida por la base del primer y quinto metatarsiano y el apoyo del calcáneo(3).

Pie plano adquirido del adulto (PPAA)

Unilateral
Progresivo
Sintomático

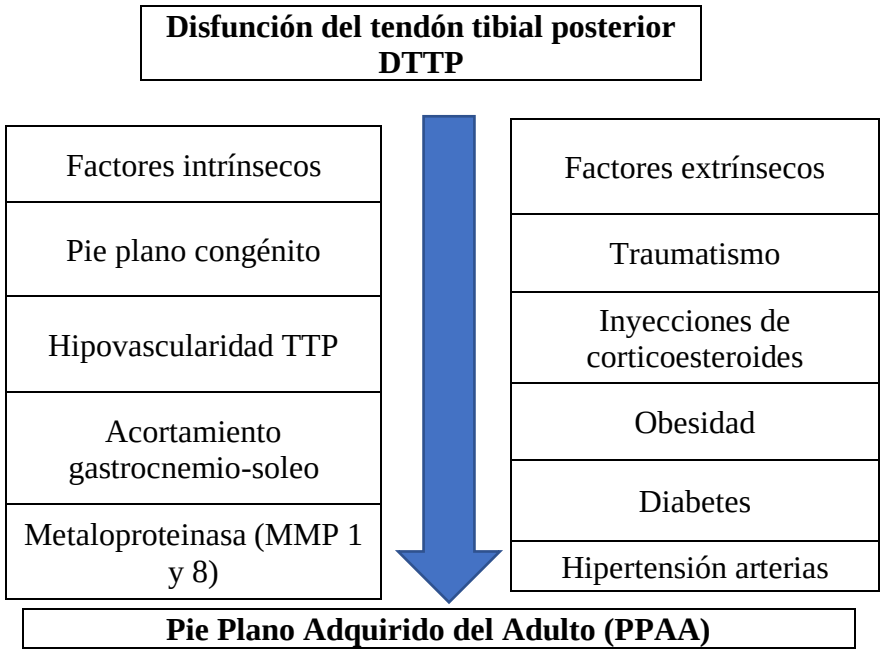
El pie plano puede ser flexible o rígido, El primero es el más común caracterizado porque cuando la persona lo apoya en una superficie y si lo levanta, el arco se forma de nuevo, puede presentarse en la niñez y es fisiológico en niños de corta edad, a causa de la inmadurez ligamentaria. Aunque podrá estar asociado a coalición tarsal, enfermedades neuromusculares y síndromes de laxitud, en la edad adulta puede persistir sin presentar síntomas, pero si surge manifestación clínica se caracteriza en dolor de tipo crónico, limitación de la movilidad e incapacitación física, la dificultad se va acrecentando, generando en consecuencia, la deformidad de los tendones y ligamentos, que se genera por inflamación, elongación, desgarros y rupturas. La otra variable es el pie plano rígido, es aquel que carece de arco plantar.

Esta lesión se constituye en la causa preponderante del dolor acusado por los adultos que poseen pie plano, originada por esta deformidad, el cual es mayormente presentado en mujeres, en edades de 60 años en Adelante, debido a que el arco se aplana aún más que su

estructura inicial, generando episodios de intenso dolor y una constante inflamación, la cual se refleja o evidencia reflejada en la parte interna del tobillo(4)

la sintomatología de los pies planos se caracteriza por dolor o sensibilidad acompañada en algunas situaciones de calambres, en la zona del pie, pierna y rodilla. Cuando se está en marcha, es posible que genere cierta incomodidad e incluso, modificaciones notorias en la movilidad. Otro signo característico, es que los zapatos muestran un deterioro ligero e inclinación hacia la zona interna.

En cuanto a las etiologías del pie plano en adultos se acusan varios factores de riesgo, es una patología compleja que puede tener su origen en la obesidad entre otros, se aluden los hereditarios, por lesiones en los pies o el tobillo, artritis reumatoides, envejecimiento, el consumo de esteroides e incluso diabetes y las patologías que originan desequilibrio muscular, cuando están asociados a parálisis cerebral o espina bífida(5). también las lesiones degenerativas del tendón del tibial posterior tienen factores vinculados con la falta de contribución sanguínea en el lugar anatómico que corresponde al hueso maléolo. No obstante, la correspondencia con la irrigación del tendón y la ocurrencia de la lesión es aún motivo de investigación(6).



El pie plano se considera como una deformación complicada y tridimensional caracterizada por la caída del arco medial, valgo del retropié y abducción del antepié, es de carácter adquirido y permanente, originado por diversas causas, entre otras, la sinostosis del tarso en los jóvenes y la falta de función del TTP en edad adulta.

Esta deformidad ha sido clasificada por diferentes científicos. Johnson y Strom y Myerson, en 4 estadios, en función de la dimensión y reducibilidad de las lesiones y la repercusión sobre la articulación astragalocrural, los cuales determinan las alternativas terapéuticas y guían las prescripciones quirúrgicas, discriminándose de la siguiente manera:

- Estadio I: Se mantiene el arco plantar, existe inflamación del

tendón o ruptura parcial del tendón del tibial posterior.

- Estadio II: Ruptura del tendón y se presenta un pie plano adquirido en la adultez. Se subclasifica en 3 clase de acuerdo con la región predominante comprometida.
  - Estadio II-A: valgo del calcáneo.
    - Estadio II-A1 supinación del antepié luego la reducción del valgo del calcáneo, es reducible.
    - Estadio II-A2 supinación fija.
  - Estadio II-B: abducción del antepié.
  - Estadio II-C: Inestabilidad del primer dedo.
- Estadio III: Valgo del calcáneo irreducible.
- Estadio IV: Valgo astragalocrural. Pie plano adquirido con insuficiencia del ligamento deltoideo.
  - IV-A sin lesión artrósica
  - IV-B Presencia de artrosis astragalocrural (7).

Anatomia del pie plano

El Tobillo posee una articulación sumamente estable, mediante su eficiencia se realizan las acciones de flexión, extensión, rotación interna, rotación externa y pronosupinación del pie. Su adecuada forma es imprescindible para el sustento de la bóveda plantar, juntamente con las articulaciones subastragalina y de Chopart. La articulación del tobillo está conformada por la tróclea astragalina y por la mortaja tibioperonea.

Anatómicamente, desde el punto de vista funcional, el pie presenta 3 partes: La bóveda plantar, su apoyo posterior o talón y su apoyo anterior o antepié. La bóveda plantar presenta forma de medio circulo abierto por la parte interna, en combinación con la del otro pie, conformaría una bóveda esférica completa. En su parte superior está formada por huesos y aguantan impulsos a presión. En su parte inferior, formada por ligamentos aponeuróticos y músculos cortos que soporta fuerza de tracción. El talón en posición fisiológica forma en el plano frontal un ángulo de 5 – 15° con la vertical, y en el plano sagital, un ángulo de unos 30°. El astrágalo y calcáneo se separan de la pinza maleolar y de sus conexiones músculo ligamentosas, situándose en el valgo y en equino. El astrágalo está hacia delante, abajo e interno al calcáneo.

El antepié en algunos casos presenta la terminación anterior en los dedos y los metatarsianos que generan las fórmulas digital y metatarsal, las cuales se refieren a la longitud de los dedos y las terminaciones de los metatarsianos: index minus, index plus minus e index plus. Indistintamente, estas fórmulas pueden adoptar de diversas formas. No obstante, pueden suscitarse alteraciones biomecánicas cuando se combina con un metatarsiano débil, corto y en varo, dándose el hallux valgus, y de darse el primer metatarsiano index plus, potente y recto, es posible que se genere hallux rigidus o la sesamoiditis.

La bóveda plantar se mantiene debido a la adecuada asociación armónica entre las superficies articulares óseas, las capsulas articulares, los ligamentos y músculos.(8)

El retropié está conformado por el astrágalo, articulado con el calcáneo conformando la articulación subastragalina, es decir es el punto de apoyo posterior. El medio pie constituido por el escafoides articula con la cabeza del astrágalo, el cuboides con el escafoides y las bases de los metatarsianos. El antepié conformado

por los cinco metatarsianos y sus correspondientes falanges: proximales, medias y distales con las cuales conforma los rayos del antepié(9)

El tendón tibial posterior (TTP) posee alta variabilidad de inserción, y como tal, su inserción no está bien definida en las discusiones sobre anatomía. No obstante, en estudios de data reciente, se pudo comprobar en estudios cadavéricos que el musculo tiene su inserción proximal en la membrana interósea de las superficies contiguas de la tibia y el peroné proximal, luego el TTP circula por la región retromaleolar medial para luego transcurrir por detrás del eje de la articulación tibiotalar, y medial al eje de la articulación subastragalina, en disecciones cadavéricas se evidenciaron cuatro sitios de inserción siendo el más frecuente el tipo III caracterizado por la unión distal triple, en la cual el tendón principal se incrusta en el hueso navicular cara plantar y el hueso cuneiforme medial, y dos fascículos accesorios, en el lateral medial, o hueso cuneiforme intermedio o a los huesos metatarsianos (II. III, IV, V). El Segundo tipo de inserción más común fue el tipo II con un doble accesorio distal. La tercera inserción más frecuente fue la tipo IV basada en una unión cuádruple distal y dividida en dos subtipos (A – B) finalmente la cuarta y última inserción observada, fue la tipo I donde el tendón es único y se inserta en el hueso navicular y en el hueso cuneiforme medial(10).

El ligamento deltoideo posee fascículos superficiales y profundos. La fibra superficial es ancha en forma de abanico que se expande a partir del escafoides hasta la cápsula tibiotalar posterior y se integra a la porción superomedial del ligamento Spring. La porción más profunda sale del surco intercolicular y el colículo posterior del maléolo medial y se inserta en el cuerpo del astrágalo y su cara medial. Los ligamentos tibioescafoides, tibiocalcáneo y tibiotalar componen el deltoides superficial, por otra parte los ligamentos tibiotalar anterior y posterior componen el deltoides profundo(11).

Este TTP es el más importante estabilizador dinámico del arco longitudinal medial del pie. Fundamentalmente, en la deformidad del pie plano adquirido en adultos (PPAA), desempeña un papel nocivo, siendo motivo de estudios, su disfunción, por cuanto, conocer su anatomía de inserción es determinante para las intervenciones de carácter quirúrgico(12).

Cuando el TTP pasa por la cara posterointerna de la tibia, logra la polea retromaleolar, donde modifica energéticamente la dirección originando el reflejo anterior, lo cual genera un punto de congregación de las correspondientes fuerzas del tendón. también se produce una zona avascular anterosubmaleolar, lo cual se adicionan los factores biológicos a los biomecánicos, convirtiéndose en una propensión a que se suscite una falla del tendón.

El pie plano está ubicado en la depreciación del arco longitudinal interno en relación con los valores normales, visto por el incremento del ángulo de Costa Bartani y escafoides situado abajo de la línea de Feiss. En esta zona está dispuesta una cavidad imaginaria tridimensional, la cual en caso de existir una leve modificación de los puntos de apoyo normal ocasionará alteraciones de la altura del arco longitudinal interno y determinará las particularidades que se observan en las formas que adopten las huellas en bipedestación(13).

Esta disfunción del TTP se considera el origen más importante del pie plano desalineado del adulto. La estratificación presentada viene a significar aspectos determinantes para el pronóstico del paciente y posibles tratamientos para la referida afección. En

función del estadio donde esté el paciente, determinará el protocolo de tratamiento a seguir a partir del conservador en el estadio I e incluso, la alternativa quirúrgica como la artrodesis. En este sentido, si es diagnosticado a tiempo, las opciones de tratamiento serán exitosas y causarán menores riesgos a quien la padece(14)

Por estas importantes razones, es fundamental conocer el origen de la ruptura del tendón, y la forma anatómica, e identificar las zonas de mayor tensión, debido a las cargas a las que es sometido, y la manera en la cual se deforma por estas acciones, en razón de ubicar las potenciales áreas críticas para que se produzca una ruptura.

Biomecánica

El pie del ser humano contiene 28 huesos, 55 articulaciones, múltiples ligamentos y músculos, conformando una estructura armónicamente adecuada para satisfacer las demandas específicas de los movimientos complejos de apoyo y locomoción que realiza el cuerpo humano. En este orden de funcionamiento, el pie posee 3 funciones: la motora, mediante la cual se tiene el impulso requerido para caminar, correr y saltar. La de equilibrio que permite mantenerse en pie y está supeditada a la articulación del tobillo, los huesos metatarsianos en el antepié y los ligamentos laterales que actúan a modo de sujeción. La amortiguadora de las presiones, que se cumple cuando se corre y el pie persiste sobre el suelo 0.25 segundos a 12Km/h, soportando a un ser humano de un peso considerable (70Kg)(15).

Los traumas de tobillo frecuentemente ocurren por alteraciones degenerativas articulares y los cambios deriva en cambios expresivos en la distribución de las presiones. En bipedestación la carga del cuerpo es transferida por la pelvis a los pies que deben soportar el peso repartidos simétricamente(8). Un estudio en vitro mediante la utilización de un simulador de tensión del pie para realizar la mensuración de división de presión articular y plantar evidenció que al repartir la carga axial sobre las articulaciones del pie para una carga axial de 740N, las facies del astrágalo fue responsable del 86% de la carga axial, La articulación subastragalina se cargó con el 64%, la articulación talonavicular soporto el 21% mientras que la articulación calcaneocuboidea fue responsable del 19% de la carga. El retropié es responsable del 80% de la masa corporal mientras 20% se direcciona al antepié (16)

El arco longitudinal medial es vitalmente necesario para la marcha del bípedo, su integridad mecánica está supeditada a los factores anatómicos estáticos y dinámicos. El TTP está dirigido a garantizar soporte dinámico a lo largo de la cara plantar del pie y el arco plantar(17). La biomecánica del pie y el tobillo es determinante para la función estándar de las extremidades inferiores, dado que, el pie se conforma como la articulación terminal en la cadena cinética inferior, la cual se contrapone a la resistencia externa.

De esa manera, el correspondiente movimiento artrocinético apropiado en el pie y el tobillo, resulta influyente para amortiguar la carga. En este sentido, es significativo que la extremidad inferior dosifique las fuerzas de compresión, tracción, cizallamiento y rotación en apoyo cuando se suscite la marcha. Por el contrario, si se distribuye de forma inapropiada las referidas fuerzas, se generaría una sensación de estrés y una accidental ruptura del tejido conectivo y el músculo(18). Por estas razones, el efecto armónico entre músculos, huesos, ligamentos y la biomecánica normal del pie, generará en consecuencia, la amortiguación de fuerzas más efectivas en la extremidad inferior.

El conjunto de ligamentos y la aponeurosis plantar soportan la alteración del pie, impidiendo que los huesos se muevan entre sí. Los tres primeros metatarsianos rotan en relación con sus cuneiformes correspondientes alrededor de un punto de pivote en el lado dorsal de la articulación, y los ligamentos tarsometatarsianos plantares soportan esta rotación. Los ligamentos cuneonavicular plantares resisten la rotación de los cuneiformes en relación con el escafoides, y el ligamento de spring resiste la rotación del escafoides en relación con el astrágalo. Los ligamentos tarsometatarsianos plantares resisten la rotación del cuarto y quinto metatarsianos en relación con el cuboides, el ligamento calcaneocuboideo plantar junto a una porción del ligamento plantar largo soportan la rotación del cuboides con respecto al calcáneo, por su parte el ligamento plantar largo impide la rotación de los metatarsianos en relación con los cuneiformes, los cuneiformes en relación con el escafoides y el navicular en relación con el estrágalo para el arco medial, y de los metatarsianos en relación con el cuboides y el cuboides en relación con el calcáneo para el arco lateral. La aponeurosis plantar contribuye en la resistencia al aplanamiento del arco del pie. Cuando se desarrolla el pie plano el peso corporal soportado por los rayos de arco medial incrementan mientras que el peso soportado por el quinto metatarsiano disminuye.(19).

Estudio biomecánico realizado en pie cadavérico dan como resultados que la DTTP incrementa la carga en los ligamentos astrágalonavicular y articulaciones del arco medial resultado de la disfunción del musculo tibial posterior.

Diagnóstico

Para efectos del diagnóstico clínico, se utilizan la anamnesis, la exploración física y la sintomatología. El dolor inicialmente es medial evolucionando a dolor lateral a nivel de la articulación subastragalina y tumefacción retromaleolar interna, una vez que el pie plano se va evolucionando se observa la pronación del medio pie, el valgo del retropié, la abducción del antepié y el "signo de más dedos", Es de gran importancia evaluar a través del test de elevación unilateral del talón, la incapacidad de invertir, refleja concretamente la disfunción del TTP, discerniendo entre un PPAA por una inestabilidad medial crónica de tobillo, una lesión del ligamento spring de lo que es una disfunción concreta del tendón del musculo tibial posterior(1).

Los pacientes con disfunción TTP en etapa 1 mostraron mayores volúmenes de líquido en la vaina del tendón que aquellos con otras causas de dolor medial en el tobillo y se compararon con los controles asintomáticos. Un umbral de ancho máximo de fluido mayor o igual a 9mm distingue a aquellos con DTTP. Una asociación entre la distensión del líquido de la vaina del tendón y el diagnóstico clínico de la enfermedad del TTP en etapa 1 en contexto de una patología del tendón intra sustancia no detectable por IRM puede permitir la diferenciación del dolor medial del tobillo de otras fuentes y puede permitir una intervención temprana(20).

Los estudios complementarios son radiografías en carga. Las radiografías en decúbito se consideran inadecuadas por subestimar el grado de la enfermedad. Las radiografías en carga nos permiten evidenciar los ángulos anormales del pie para ubicar las lesiones y su reducibilidad, específicamente la proyección lateral en carga, tobillo en proyección anteroposterior en carga y cerclaje, proyección oblicua interna. Los ángulos de importancia en el PPAA son: **Ángulo talocalcáneo o ángulo de Kite;** obsevado en proyección dorso plantar,

está formado entre el eje longitudinal del astrágalo y una tangente hacia el calcáneo, el ángulo fisiológico está entre 25-40°. Un ángulo superior a 40° es indicador de pie plano.

Ángulo de declinación talar; resulta de la triangulación entre la superficie de apoyo y el eje longitudinal de la cabeza y cuello del astrágalo observada en proyección dorso plantar. El valor normal esta entre 18-24°. Valores mayores a 24° se presentan en la deformación del pie plano.

Angulo de Costa-Bartani; En la proyección lateral provee la información sobre la altura de los arcos plantares internos y externos. El primero, se encuentra en una línea trazada desde el polo inferior del sesamoideo interno al punto más bajo del astrágalo y de este punto se traza otra línea hasta la tuberosidad inferior del calcáneo, el ángulo normal esta entre 123-145°. Si el ángulo es superior a 145° es indicativo de pie plano. Ángulo externo, se dibuja una línea desde la cabeza del 5° metatarsiano hasta la articulación calcáneo-cubóidea de este punto hacia la tuberosidad posterior del calcáneo. El valor normal es de 130-140°.los ángulos inferiores a 130° se objetivan en el PPAA.

Ángulo de apertura del pie; En la proyección dorso plantar, se proyecta una línea desde la diáfisis del primero y el quinto metatarsiano. El rango normal es de 20-28°. Es un ángulo importante en el diagnóstico de patologías deformantes como la PPAA.

Ángulo de Meary; se forma por la relación angular entre el primer rayo y la cabeza del astrágalo. Formado por dos líneas paralelas el resultado normal es 0°. Se observa en radiografía lateral de pie. Los ángulos superiores a 4° con el ápice hacia abajo indica pie plano.(21)

Asimismo, resulta practicar con éxito para detectar artrosis o una sinostosis, la ecografía es de utilidad para evaluar el tendón del musculo tibial posterior y el ligamento spring, evidencia cada fascículo por separado, adelgazamientos, presencia de edemas y tamaño del tendón.

La resonancia magnética es de utilidad en la detección de alteraciones prematuras en los tendones además evalúa los cambio degenerativos en las articulaciones de una patología posterior(1). No obstante, se sugiere la tomografía computadorizada en carga para observar la subluxación peritalar en el plano frontal(7).

Tratamiento.

Medios terapéuticos, no quirúrgicos

En los pies planos que no generan sintomatología no se recomienda ninguna medida terapéutica específica, en cuanto al pie plano valgo doloroso y/o hipofuncional requiere recomendaciones médicas en todos los casos, con el objetivo de atenuar el dolor y mejorar la calidad de vida. Los medios terapéuticos, como las ortesis plantares se aplican mayoritariamente a fin de que la efectividad en la corrección de estas deformaciones poco sintomáticas. En razón de aplicar medidas no quirúrgicas se acude al manejo ortopédico como una posibilidad para iniciar con el cambio de calzado, utilización de ortesis, terapia física y medidas específicas en los pies, lo cual produce alivio del dolor y de retrasar la evolución de la enfermedad. Sin embargo, cuando estas medidas no surten efectos, se debe acudir al tratamiento quirúrgico.(1)

Los tratamientos conservadores son ampliamente utilizados con la finalidad de reducir el dolor, corregir la biomecánica del tobillo y mejorar la calidad de vida. Las plantillas ortopédicas son confeccionadas de distintos materiales, como siliconas, espuma de caucho, plástico. La confección se hace luego de obtener la huella plantar por medio de yeso, espuma o por escáner 3D. La huella

recuperada por escáner 3D es la más exacta para moldear una plantilla. No existe un consenso mundial sobre que material es el recomendado para confección de las plantillas.

En un estudio de ensayo controlado aleatorio compararon plantillas tradicionales y plantillas fabricadas por computadoras con el objetivo de saber cuál era la ortesis más efectiva en el tratamiento del pie plano flexible y doloroso. Los participantes hicieron uso aleatorio de las plantillas y les indicaron ejercicios físicos específicos. El resultado del estudio no se observó diferencias significativas entre ambas, igualmente comprobaron que los pacientes mejoraron su calidad de vida y disminución del dolor. Las plantillas ortopédicas combinadas con ejercicios físicos específicos demuestra gran utilidad en el tratamiento conservador con resultados clínicos positivos (22).

Tratamientos Quirúrgicos

La deformidad del pie plano adquirido flexible por un adulto se trata generalmente con la aplicación de osteotomías en el calcáneo y la columna medial, lo cual se aplica para resguardar las articulaciones con procedimientos agregados de tejidos blandos que favorecen la realineación del retropié para evitar una mayor deformidad o enfermedad articular degenerativa. En este caso, una comprensión profunda de la particularidad de cada paciente favorece que el cirujano pueda lograr la coincidencia de la osteotomía correcta con la indicación clínica, lo que deriva en el éxito de la cirugía planificada.(23)

El tratamiento conservador debe ser siempre la primera opción. En caso de cirugía debemos de valorar de manera independiente la corrección del valgo del retropié, siendo la osteotomía de medialización de calcáneo el tratamiento más extendido; el alargamiento de la columna externa; la inestabilidad de la columna medial; la supinación del antepié; y la presencia de equinismo. Cada paciente presenta una deformidad característica por lo que el tratamiento debe ser individualizado(24).

Estadio I

Luego del fracaso de tratamientos conservadores, se recomienda una sinovectomía del tendón o un desbridamiento(1) Los pacientes con deformidades refractarias en estadio I requieren osteotomías selectivas y transferencia de tendones(25)

Estadio II

En esta etapa la deformidad no posee degeneración articular. La finalidad del tratamiento es corregir la deformidad y estabilizar el arco medial.(1)

Estadio II	
Partes Blandas	+ Desbridamiento +Transferencia FDL o FHL
Gestos óseos	+ osteotomía de calcáneo + Alargamiento de columna externa

Los procedimientos actuales incluyen la tenodesis del flexor común de los dedos FDL, se trata de un gesto que no sacrifica el tendón del tibial posterior. Aunque cada vez más cirujanos no intervienen en partes blandas ya que se evidencia que el

gran gesto es óseo y que las partes blandas poco tiene que ver con los resultados a largo plazo.

Esta patología se debe interpretar como una combinación de factores desencadenantes, lesión del deltoideo, atenuación y elongación del ligamento spring, ruptura del tibial posterior. El concepto más novedoso es el reconocimiento del deltoide springligament como un complejo ligamentario medial, son los grandes estabilizadores del tobillo. Los procedimientos de partes blandas que son novedosos son la reconstrucción del deltoid spring ligament y el acortamiento de los gastrocnemicos. Para el estadio II el gold standar sigue siendo las osteotomías ya que los procedimientos de partes blandas pierden corrección tempranamente.

Las alternativas de correcciones óseas frecuentemente implica una osteotomía de calcáneo que corrige el valgo del retropié y un alargamiento de la columna lateral para la corrección de la abducción del antepié y para perfeccionar la cobertura de la cabeza del astrágalo(26). No obstante, estas intervenciones no incluyen el componente varo del antepié, inclusive la artrodesis triple puede no corregir del todo. La incorrecta corrección altera la biomecánica generando un exceso de carga en el borde lateral del pie generando sobrecarga sobre el ligamento deltoides.

La elección para corregir el varo del antepié es la osteotomía de Cotton aunque si radiográficamente se observa una subluxación dorsal evidente del primer metatarsiano en relación al cuneiforme medial o si evidencia artritis se opta por la artrodesis de la articulación tarsometatarsiana(3)

Estadio ll Algoritmo	
Valgo del talón	Osteotomía mediatizadora de calcáneo
Abducción del antepié	Elongación de columna lateral o procedimiento de Evans
Supinación fija del antepié	Osteotomía de Cotton o Flexión de columna medial

Estadio III

Pie plano cronificado y rigidizado con posible artrosis asociada. El Gold estándar es la artrodesis del retropié, tienen excelentes resultados funcional. El gran inconveniente es que rigidize y haya progresión de la artrosis a articulaciones vecinas. Las articulaciones que pudiera necesitar la artrodesis son las del mediopie y retropié, la talocalcaneal, talonavicular, calcaneocuboidea, naviculocuneana y cuneometatarsiana. Las 3 primeras son las articulaciones que abarcan la triple artrodesis. El reingreso a los 30 días después de una cirugía de triple artrodesis se ve incrementado en pacientes de menor nivel socioeconómico lo que indica que es importante la comunicación, el asesoramiento y la atención postoperatoria del cirujano y el paciente

al elegir la cirugía de triple artrodesis.(27)

El tratamiento exitoso del pie plano depende de la evaluación y el examen cuidadoso del paciente, la preparación meticulosa de las articulaciones, el posicionamiento cuidadoso con fijación rígida y el uso juicioso de procedimientos complementarios para lograr el objetivo de un pie plantígrado que funcione bien y sea mínimamente doloroso(28)

Existe la posibilidad de artrodesis selectiva y se realiza sobre las articulaciones sintomáticas asociadas a osteotomías y alargamiento del tendón de Aquiles con un procedimiento de Hoke de tres incisiones es lo más efectivo.

Doble artrodesis típicas:

Talonavicular con la subtalar tiene gran capacidad correctora de la deformidad.

Talonavicular con la calcáneocuboidea

Las indicaciones de doble artrodesis en la deformidad rígida adquirida son raras ya que las artrodesis doble genera pérdida total de la movilidad del retropié, con estos resultados se opta por la triple artrodesis.(28)

Estadio IV

Con respecto al estadio IV se subclasifica en estadio IV-A donde la deformidad es flexible y sin artritis tibiotalar desarrollada, donde se tratan bajo un proceso de preservación articular la otra IV-B la deformidad puede ser rígida o flexible con artritis tibiotalar avanzada. Que clasifican para un procedimiento de sacrificio articular. Hasta este momento los resultados más confiables para estos casos se han informado con artrodesis tibiotalocalcanea o pan talar(29).

La insuficiencia del complejo del ligamento deltoides resulta ser un elemento patológico primordial del PPAA, lo cual conduce a que el astrágalo se sesgue hacia el valgo dentro de la mortaja del tobillo. De no tratarse, la biomecánica de la articulación de la zona del tobillo se altera y puede generar artritis tibiotalar debilitante. En estos casos, los tratamientos quirúrgicos que acometen la inclinación del valgo talar visto con PPAA en estadio IV demandan rutinas de acompañamiento para realinear adecuadamente el retropié.

El estadio IV-A Se opta por la reconstrucción del ligamento deltoideo más la osteotomía de calcáneo el objetivo de este estadio es realinear la articulación del tobillo con una artrodesis u osteotomías conjuntamente con la reparación del ligamento deltoideo.

IV-B Deformación con el retropié en valgo, el tobillo en valgo rígido, presencia de artrosis tibioastragalina, la opción quirúrgica es la artrodesis tibiotalocalcanea o panartrodesis.(29)

Los objetivos es restablecer un pie plantígrado, estable al apoyo efectivo para la propulsión y mínimamente doloroso.

Materiales y métodos:

metodológicamente el diseño de estudio es una revisión sistemática de base bibliografía teórica. Como estrategia de búsqueda se consultó la literatura científica virtual en salud, la cual abarca las siguientes bases de datos biomédicas: Pubmed, Medline, Elsevier, Cochranes, Scholar. Se utilizaron términos MeSH y DeCS con el uso de operadores booleanos AND y OR para amplificar y restringir las publicaciones vinculada con la investigación. Para la discusión de los resultados los artículos se agruparon en 3 ejes temáticos: Diagnóstico, tratamiento quirúrgico y ortopédico, de los cuales, mediante contrastación crítica y exhaustiva, se extrajeron las contribuciones para esta investigación.

Resultados: de esta manera se recuperó un total de 143 artículos de los cuales se descartaron 108 por incumplir con los criterios de inclusión y se seleccionaron 35 artículos científicos para incluir en esta revisión sistemática.

Discusión

Para llevar a cabo este proceso de discusión de los resultados, desde la compilación efectuada de estos 35 artículos científicos se agruparon en los 3 ejes temáticos referidos, lo cual permitió efectuar una contrastación crítica y exhaustiva de las conclusiones de los mismos, considerandose como contribuciones para esta investigación, para describir las prácticas actualizadas que permitan resolver el pie plano del adulto.

Para el diagnostico plantean la evaluación ecográfica de los músculos del pie y la fascia plantar en el pie plano(30) lo cual da como resultado, una mayor área de sección transversal y grosor de los músculos extrínsecos, pudiendo ser un indicador de la actividad que permita apoyar el arco plantar longitudinal medial, si la función intrínseca del musculo del pie se ha complicado por la deformidad del pie. De la misma manera, de la evaluación de las propiedades morfológicas y mecánicas(31) de la fascia plantar y los músculos intrínsecos del pie plano, se concluyó que el grosor del abductor del hallux resultó mayor en individuos con pie plano. No obstante, la fascia plantar, el flexor corto del hallux y el flexor corto de los dedos dieron resultados semejantes; concluyéndose, que la posición del pie no tiene relación con la rigidez de los tejidos evaluados.

En el mismo orden, aportan que con fines diagnósticos e incluso, postoperatorios, las imágenes radiográficas usadas anteriormente permiten precisar una proyección bidimensional de estructuras óseas tridimensionales (3D)(32), y los parámetros clínicos aquí evaluados son afectados por los posibles sesgos de proyección. Por lo que se propone el método de reconstrucción 3D que precisa la posición de soporte de peso a partir de radiografías biplanar de baja dosis con valuación de comprobación del valor clínico importante para la práctica clínica rutinaria.

Finalmente, puntualizan que la deformidad rígida del pie plano viene a ser una afección debilitante y permanente que puede corregirse con cirugía de artrodesis triple, la cual resulta efectiva para recuperar la calidad de vida vinculada con la movilidad del ser humano, aunque está vinculada con serias complicaciones, pudiéndose suscitar reingreso a un mes de haberse realizado. En estos casos, los diagnósticos efectuados, pero para determinar las causas de reingreso, se basaron en la evaluación de los posibles factores de riesgo destacándose, los demográficos, las comorbilidades y las características del hospital, la causa principal, los pacientes con menor nivel socioeconómico pueden estar en mayor riesgo de reingresar inmediatamente después de una cirugía de triple artrodesis.

Eje quirúrgico, las importantes contribuciones reportaron una serie de alternativas dirigidas a corregir quirúrgicamente la deformidad del pie plano. La mayor parte de los estudios presentaron sus investigaciones sobre la artrodesis, como una opción quirúrgica muy utilizada con significativos resultados de éxito, la cual consiste en la fijación de dos piezas óseas, anclando una articulación, Se destacó que la triple artrodesis basada en la acción quirúrgica de las articulaciones subastragalinas, astrágalo-escafoidea y calcáneo-cuboidea, es la más aplicada en los últimos 50 años.

La osteotomía de Evans fue presentada como otra opción quirúrgica(26), que permite la corrección de los pies planos, mediante la colocación de un injerto óseo en el calcáneo para cambiar la arquitectura del

pie y darle mayor firmeza a las fuerzas pronadoras. Este procedimiento de alargamiento de la columna lateral facilita la corrección de la cobertura de la cabeza talar, la disminución del valgo del antepié y el retropié, y mejora la altura del arco de la columna medial.

Con respecto a las transferencias de tendones(25) en el tratamiento del pie plano del adulto, son catalogadas como críticas cuando se utilizan como corrección quirúrgica de esta deformidad en adultos, pero tiene probados efectos de éxito cuanto se utiliza con la intención de corregir las deformidades rígidas. En el mismo sentido de mostrar alternativas quirúrgicas,(33) se estudiaron los modelos computacionales a partir de cadáveres para generar el modelo del pie rígido, lo cual brinda otras ventajas para la biomecánica del pie y tobillo. En este caso, la fuerza de contacto articular demostró una carga medial invariable relacionada con crecimientos variables lateralmente.

Las actividades de la medida de la capacidad del pie y el tobillo de la vida diaria, las de la puntuación de la calidad de vida de la puntuación del resultado del pie y el tobillo fueron significamente peores para la artrodesis doble modificada que para el grupo de triple artrodesis. Para la misma indicación(34)

Finalmente, en el eje ortopédico es una alternativa para minimizar las molestias ocasionadas por esta deformidad del pie plano. En este sentido, se valoró la ortesis como uno de los tratamientos ortoprotésico y conservadores que ha dado buenos resultados en la rama de la ortopedia influyendo de manera significativa en la biomecánica del pie. El uso de ortesis influye en la biomecánica del despegue, pero no en el rendimiento real(35). Las plantillas ortopédicas tradicionales o diseñadas por computadoras son recomendables a los pacientes con pie plano flexible poco sintomático combinadas con ejercicios físicos específicos han demostrado una mejoría en la calidad de vida y disminución significativa del dolor(22)

Conclusión.

Anatómicamente, el pie plano del adulto está dividido en tres unidades anatomo-funcionales, distinguidas como el retropié, el medio pie y el antepié. El primero, está conformado por el astrágalo, articulado con el calcáneo y la articulación subastragalina, siendo el punto de apoyo posterior. El segundo, o medio pie formado por el escafoides, articula con la cabeza del astrágalo, el cuboides con el escafoides y las bases de los metatarsianos. Y el tercero, o antepié con cinco metatarsianos y sus respectivas falanges: proximales, medias y distales con las cuales forma los rayos del antepié.

La biomecánica del pie plano del adulto posee 3 funciones: la motora da el impulso para caminar, correr y saltar; la de equilibrio para mantenerse en pie supeditada a la articulación del tobillo, los huesos metatarsianos en el antepié y los ligamentos laterales que actúan a modo de sujeción. La amortiguadora de las presiones cuando se corre y el pie persiste sobre el suelo.

Con respecto al eje diagnóstico plantearon la evaluación ecográfica de los músculos y la fascia plantar; la evaluación de las propiedades morfológicas y mecánicas de la fascia plantar y los músculos intrínsecos; el método de reconstrucción 3D a partir de radiografías biplanar de baja dosis con valuación de comprobación del valor clínico importante para la práctica clínica rutinaria.

En el eje quirúrgico, se constató que la mayoría recomendó la artrodesis, como una opción quirúrgica y destacaron el éxito de la triple artrodesis. En segundo lugar, sugirieron la osteotomía de Evans. Finalmente, destacaron las transferencias de tendones clasificadas como críticas cuando se utilizan como corrección quirúrgica, con probada efectividad para corregir las deformidades rígidas.

Con relación al eje ortopédico, valoraron la ortesis con plantillas convencionales y diseñadas por computadora como uno de los tratamientos ortoprotésicos y conservadores que ha dado efectivos resultados en la rama de la ortopedia, por cuanto, favorece la biomecánica del pie plano, atenuación del dolor y mejora la calidad de vida, aunque no evita la progresión de la enfermedad.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Bibliografía

1. Carmody D, Bubra P, Keighley G, Rateesh S. Posterior tibial tendon dysfunction: An overlooked cause of foot deformity. J Fam Med Prim Care. 2015;4(1):26.
2. MacDonald A, Ciufo D, Vess E, Knapp E, Awad HA, Ketz JP, et al. Peritalar Kinematics With Combined Deltoid-Spring Ligament Reconstruction in Simulated Advanced Adult Acquired Flatfoot Deformity. Foot Ankle Int. 2020;
3. McCormick JJ, Johnson JE. Medial Column Procedures in the Correction of Adult Acquired Flatfoot Deformity. Foot Ankle Clin [Internet]. 2012;17(2):283–98. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2012.03.003
4. Deorio JK, Shapiro SA, Mcneil RB, Stansel J. Validity of the Posterior Tibial Edema Sign in Posterior Tibial Tendon Dysfunction. 2011;189–92.
5. Mármol Guacales, O. J. (2015). Tratamientos ortopodológicos y alternativos para la patomecánica del pie plano adquirido del adulto. 2015;2014–5.
6. Cooper AJ, Mizel MS, Patel PD, Steinmetz ND, Clifford PD. Comparison of MRI and local anesthetic tendon sheath injection in the diagnosis of posterior tibial tendon tenosynovitis. Foot Ankle Int. 2007;28(11):1124–7.
7. Maynou C, Naudi S, Staquet V, Parent S, Boniface O. Pie plano valgo estático del adulto (incluidas las sinostosis congénitas). EMC - Apar Locomot [Internet]. 2010;43(2):1–13. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/S1286-935X(10)70877-7
8. Waldman SD. Anatomía funcional del tobillo y el pie. Atlas diagnóstico del dolor. 2007;30(9):360–1.
9. Sánchez E, Octavio de Loera C, Cobar A, Martín X. Biomecánica funcional del pie y tobillo: comprendiendo las lesiones en el deportista. Rev Esp Reum. 2016;12(1):6–11.
10. Olewnik Ł. A proposal for a new classification for the tendon of insertion of tibialis posterior. Clin Anat. 2019;32(4):557–65.
11. Peterson KS, Hyer CF. Surgical decision making for stage IV adult acquired flatfoot disorder. Clin Podiatr Med Surg [Internet]. 2014;31(3):445–54. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.cpm.2014.03.001
12. Willegger M, Seyidova N, Schuh R, Windhager R, Hirtler L. The tibialis posterior tendon footprint: An anatomical dissection study. J Foot Ankle Res. 2020;13(1):1–7.
13. Rodríguez Alvaro JP. Pie plano adquirido del adulto : Insuficiencia del Tendón Tibial Posterior. Canar Médica y Quirúrgica. 2012;10(29):7–10.
14. Neville C., Bucklin M., Ordway N., Lemley F. Una órtesis-tobillo-pie con extensión lateral reduce la abducción del antepié en estadio ll. 2017;176(5):139–48.
15. Álvarez C, Palma W. Desarrollo y biomecánica del arco plantar. Medigraphic. 2010;215–22.
16. Bertsch C, Rosenbaum D, Claes L. Intraartikuläre und plantare druckverteilung des sprunggelenkkomplexes in abhängigkeit von der fußstellung. Unfallchirurg. 2001;104(5):426–33.
17. Kaye RA, Jahss MH. Fellows Review. Foot Ankle. 1991;(type 1):244–7.
18. De Asla RJ. Biomechanics of the foot and ankle. Orthop Knowl Updat Foot Ankle 5. 2018;3–12.
19. Arangio GA, Salathe EP. A biomechanical analysis of posterior tibial tendon dysfunction, medial displacement calcaneal osteotomy and flexor digitorum longus transfer in adult acquired flat foot. Clin Biomech [Internet]. 2009;24(4):385–90. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.01.009
20. Gonzalez FM, Harmouche E, Robertson DD, Umpierrez M, Singer AD, Younan Y, et al. Tenosynovial fluid as an indication of early posterior tibial tendon dysfunction in patients with normal tendon appearance. Skeletal Radiol. 2019;48(9):1377–83.
21. Meyr AJ, Sansosti LE, Ali S. A pictorial review of reconstructive foot and ankle surgery: Evaluation and intervention of the flatfoot deformity. J Radiol Case Rep. 2017;11(6):26–36.
22. Yurt Y, Şener G, Yakut Y. The effect of different foot orthoses on pain and health related quality of life in painful flexible flat foot: A randomized controlled trial. Eur J Phys Rehabil Med. 2019;55(1):95–102.
23. Peterson KS, Overley BD, Beideman TC. Osteotomies for the Flexible Adult Acquired Flatfoot Disorder. Clin Podiatr Med Surg. 2015;32(3):389–403.
24. Argüelles Rodríguez C, Albareda Albareda J, Mesa Ramos M. Revisión del tratamiento del pie

plano adquirido del adulto en el estadio II. Rev la Soc Andaluza Traumatol y Ortop. 2015;32(2):41–52.
25. Backus JD, McCormick JJ. Tendon transfers in the treatment of the adult flatfoot. Foot Ankle Clin. 2014;19(1):29–48.
26. Bussewitz BW, DeVries JG, Hyer CF. Evans osteotomy and risk to subtalar joint articular facets and sustentaculum tali: A cadaver study. J Foot Ankle Surg [Internet]. 2013;52(5):594–7. Available from: http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2013.03.006
27. Merrill RK, Ferrandino RM, Hoffman R, Ndu A, Shaffer GW. Identifying Risk Factors for 30-Day Readmissions After Triple Arthrodesis Surgery. J Foot Ankle Surg [Internet]. 2019;58(1):109–13. Available from: https://doi.org/10.1053/j.jfas.2018.08.025
28. Gentchos CE, Anderson JG, Bohay DR. Management of the Rigid Arthritic Flatfoot in the Adults. Alternatives to Triple Arthrodesis. Foot Ankle Clin [Internet]. 2012;17(2):323–35. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.fcl.2012.03.009
29. Smith JT, Bluman EM. Update on Stage IV Acquired Adult Flatfoot Disorder. When the Deltoid Ligament Becomes Dysfunctional. Foot Ankle Clin. 2012;17(2):351–60.
30. Angin S, Crofts G, Mickle KJ, Nester CJ. Ultrasound evaluation of foot muscles and plantar fascia in pes planus. Gait Posture [Internet]. 2014;40(1):48–52. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.02.008
31. Taş S, Ünlüer NÖ, Korkusuz F. Morphological and mechanical properties of plantar fascia and intrinsic foot muscles in individuals with and without flat foot. J Orthop Surg. 2018;26(3):1–6.
32. Rohan PY, Perrier A, Ramanoudjame M, Hausselle J, Lelièvre H, Seringe R, et al. Three-Dimensional Reconstruction of Foot in the Weightbearing Position From Biplanar Radiographs: Evaluation of Accuracy and Reliability. J Foot Ankle Surg [Internet]. 2018;57(5):931–7. Available from: https://doi.org/10.1053/j.jfas.2018.03.014
33. Spratley EM, Matheis EA, Hayes CW, Adelaar RS, Wayne JS. Effects of Degree of Surgical Correction for Flatfoot Deformity in Patient-Specific Computational Models. Ann Biomed Eng. 2015;43(8):1947–56.
34. Burrus MT, Werner BC, Carr JB, Perumal V, Park JS. Increased Failure Rate of Modified Double Arthrodesis Compared With Triple Arthrodesis for Rigid Pes Planovalgus. J Foot Ankle Surg [Internet]. 2016;55(6):1169–74. Available from: http://dx.doi.org/10.1053/j.jfas.2016.07.001
35. Ho M, Kong PW, Chong LJY, Lam WK. Foot orthoses alter lower limb biomechanics but not jump performance in basketball players with and without flat feet. J Foot Ankle Res. 2019;12(1):1–14.