

Osteotomía de Evans sin injerto óseo en el pie plano estadio IIB del adulto

Daniel S. Villena, Pablo Sotelano, María Gala Santini Araujo, Leonardo Conti, Ana C. Parise, Marina Carrasco

Sector Medicina y Cirugía del Pie y Tobillo, Servicio de Ortopedia y Traumatología "Prof. Dr. Carlos E. Ottolenghi", Hospital Italiano de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Objetivo: Evaluar los resultados radiográficos y funcionales al año de la cirugía, en una serie consecutiva de pacientes con diagnóstico de pie plano valgo estadio IIB, sometidos a una osteotomía de Evans sin injerto óseo. **Materiales y Métodos:** Se evaluó, en forma retrospectiva, a dos grupos de pacientes: grupo 1 (placa con espaciador, n = 12) y grupo 2 (celdas de PEEK, n = 14). La edad promedio era de 47 años (DE 18) en el grupo 1 y de 54 años (DE 12) en el grupo 2. **Resultados:** Se evaluó a 26 pacientes (28 pies operados); 20 (77%) eran mujeres. Las mediciones radiográficas: ángulo de inclinación del calcáneo, ángulo astrágalo-calcáneo (perfil), ángulo astrágalo-calcáneo (frente), cobertura astragalonavicular, altura de la columna medial, longitud de la columna externa, arrojaron diferencias estadísticamente significativas entre las determinaciones preoperatorias y al año de la cirugía. El puntaje promedio de la escala de la AOFAS al año fue de 96 (DE 4,70) en el grupo 1 y de 95 (DE 4,98) en el grupo 2. El puntaje en la escala analógica visual para dolor fue de 1,2 (DE 0,42) en el grupo 1 y 1,16 (DE 0,46) en el grupo 2. **Conclusiones:** De acuerdo con los resultados obtenidos, concluimos en que la osteotomía de Evans sin el uso de injerto óseo logra preservar las correcciones obtenidas en el mediano plazo utilizando placas con espaciador o celdas de PEEK.

Palabras clave: Pie plano; osteotomía de Evans; elongación; columna externa.

Nivel de Evidencia: III

Evans Osteotomy Without Bone Graft in Stage IIB Adult Flatfoot Deformity

ABSTRACT

Objective: To evaluate the radiological and functional outcomes one year after surgery in a consecutive series of patients diagnosed with stage IIB adult-acquired flatfoot deformity who underwent Evans osteotomy without the use of bone graft. **Materials and Methods:** Two groups of patients were retrospectively evaluated: group 1 (spacer plate, n=12) and group 2 (PEEK cage, n=14). The mean age was 47 years (SD 18) in group 1 and 54 years (SD 12) in group 2. **Results:** 26 patients (28 feet) were evaluated; 14 (84%) of the patients were women. Radiographic measurements—calcaneal pitch angle, (lateral) talocalcaneal angle, (AP) talocalcaneal angle, talonavicular coverage angle, medial column height, lateral column length—yielded statistically significant differences between preoperative measurements and those taken one year after surgery. The mean score on the AOFAS scale one year after surgery was 96 (SD 4.70) in group 1 and 95 (SD 4.98) in group 2. Regarding the visual analog scale, it was 1.2 (SD 0.42) in group 1 and 1.16 (SD 0.46) in group 2. **Conclusions:** According to the results obtained, we conclude that Evans osteotomy without the use of bone graft manages to preserve the corrections obtained in the medium term, using either spacer plates or PEEK cages.

Keywords: Flatfoot deformity; Evans osteotomy; lateral column lengthening.

Level of Evidence: III

INTRODUCCIÓN

El pie plano valgo (PPV) del adulto es un cuadro relativamente común en la consulta del especialista en pie y tobillo, afecta al 20-30% de la población en general, y es más frecuente en el sexo femenino alrededor de la quinta o sexta década de la vida.¹ Aunque la etiología se puede atribuir a enfermedades inflamatorias sistémicas, del desarrollo, neuromusculares e incluso a cuadros traumáticos, la disfunción del tendón tibial posterior sigue siendo la causa más común.

Recibido el 30-7-2022. Aceptado luego de la evaluación el 15-9-2022 • Dr. DANIEL S. VILLENA • dsvillena@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-5742-1226>

Cómo citar este artículo: Villena DS, Sotelano P, Santini Araujo MG, Conti L, Parise AC, Carrasco M. Osteotomía de Evans sin injerto óseo en el pie plano estadio IIB del adulto. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2023;88(1):13-21. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2023.88.1.1631>

Clínicamente el estadio IIB se caracteriza por la pérdida del arco longitudinal medial, el valgo del retropié, la abducción del antepié, el signo de más dedos y la incapacidad de inversión del retropié al elevar los talones en bipedestación (*heel rise test*).²⁻⁴

En 1989, Johnson y Strom⁵ clasificaron la insuficiencia del tendón tibial posterior en tres estadios; luego esta clasificación fue modificada por Bluman y cols.⁶ quienes agregaron el estadio IV. Uno de los procedimientos quirúrgicos propuestos para el tratamiento del estadio IIB es la elongación de la columna externa mediante la osteotomía de Evans, indicada solo en pacientes con una deformidad flexible.

La columna externa está formada por la cuarta y quinta articulación tarsometatarsiana, el cuboides, la articulación calcaneocuboidea y el calcáneo.

La osteotomía de Evans se realiza 1,5-2 cm proximal a la superficie articular de la articulación calcaneocuboidea,⁷ y se puede mantener la diástasis colocando injerto óseo tricortical,⁸ placas con espaciador más injerto óseo u otras alternativas menos difundidas, como las celdas de PEEK (*polyetheretherketone*) diseñadas originalmente como espaciador intersomático para cirugías de artrodesis espinal (Figuras 1-3).⁹⁻¹¹



Figura 1. Osteotomía de Evans.



Figura 2. Placa con espaciador.

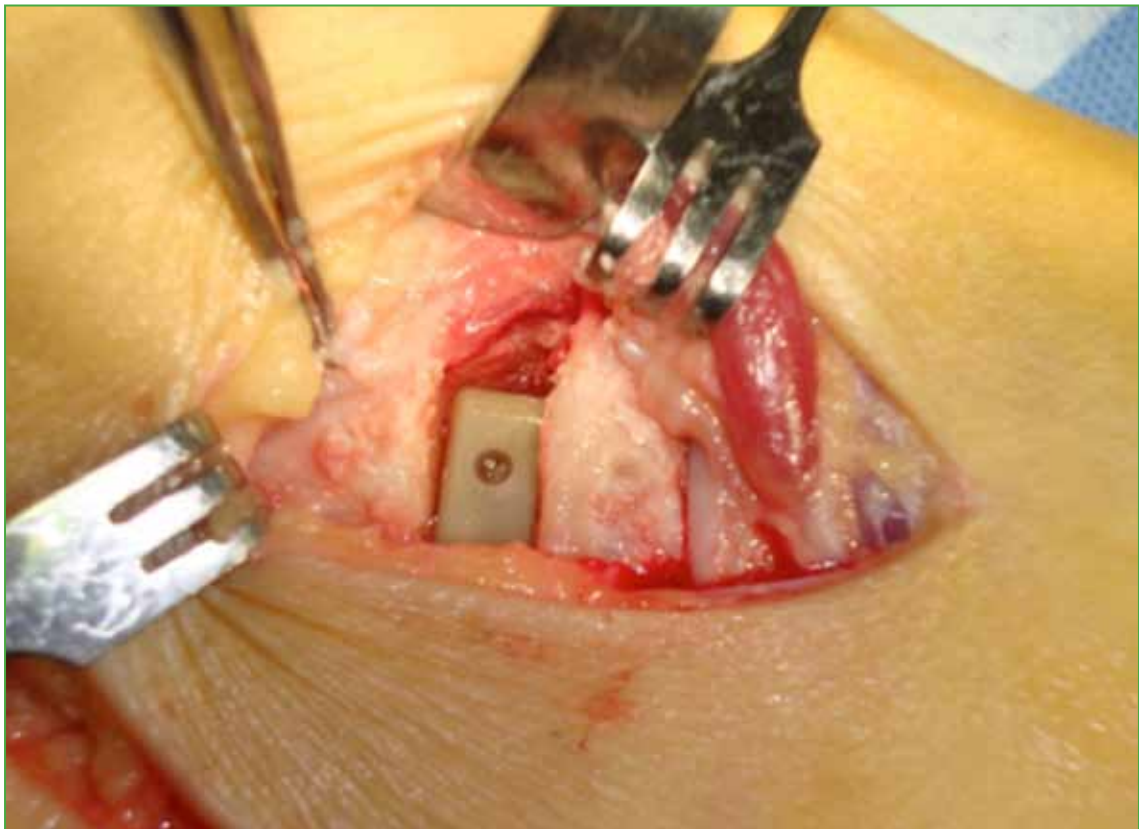


Figura 3. Celda de PEEK.

Este procedimiento genera una corrección tridimensional, caracterizada simultáneamente por la aducción del antepié en la articulación astragalonavicular, una flexión plantar del mediopié y una corrección del valgo del retropié. En la actualidad, existen controversias sobre cuál es el método más adecuado para mantener la distracción de dicha osteotomía.

Uno de los principales factores del fracaso de esta osteotomía a largo plazo es el retraso de la consolidación o pseudoartrosis, lo que redundaría en una pérdida de la corrección obtenida.¹²

El objetivo de este estudio fue evaluar los resultados radiográficos y funcionales al año de la cirugía, en una serie consecutiva de pacientes con PPV estadio IIB, a quienes se les realizó una osteotomía de Evans sin injerto óseo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo en una serie consecutiva de pacientes con pie plano flexible con valgo del retropié y abducción del antepié (PPV IIB), que fueron sometidos a una elongación de la columna externa (osteotomía de Evans) sin el uso de injerto óseo, entre marzo de 2010 y marzo de 2014, en el Sector Medicina y Cirugía del Pie y Tobillo del Servicio de Ortopedia y Traumatología de nuestra institución. Se excluyó a pacientes con revisión de cirugía, enfermedades sistémicas, secuelas neurológicas o seguimiento <1 año.

La información de los pacientes fue recolectada de la historia clínica electrónica. Este estudio fue evaluado y aprobado por el Comité de Ética de la institución.

Estudio clínico-radiográfico

Todos los pacientes contaban con mediciones radiográficas preoperatorias y posoperatorias a los tres meses y al año de la cirugía. La evaluación funcional se realizó con la escala de la AOFAS (*American Orthopaedic Foot and Ankle Society*) y la escala analógica visual para dolor antes de la cirugía y un año después. Las evaluaciones clínico-radiográficas estuvieron a cargo de dos médicos especialistas en cirugía de pie y tobillo.

Se tomaron las siguientes mediciones:

Radiografías de perfil

- *Inclinación del calcáneo*: se midió con el trazado de una línea tangente al borde inferior del calcáneo y otra línea desde el borde inferior del sesamoideo medial a la apófisis inferior del calcáneo. Un valor de 18° a 20° se consideró normal.

- *Altura de la columna medial*: se midió como la distancia entre la línea de la base del primer metatarsiano a la línea que pasa por el borde inferior del sesamoideo medial. Los valores de 20 ± 3 mm se consideraron normales.

- *Ángulo astrágalo-primer metatarsiano*: línea que conecta el eje longitudinal del astrágalo con el eje del primer metatarsiano (el eje longitudinal del astrágalo se mide colocando un punto medio entre la cara superior e inferior en el centro de la superficie articular y un punto medio en el cuello del astrágalo). El valor normal es de $0 \pm 4^\circ$.

Radiografías de frente

- *Ángulo astrágalo-primer metatarsiano*: ángulo formado por una línea trazada por el eje del primer metatarsiano y otra que pasa por el eje del astrágalo. El valor normal es de $0 \pm 5^\circ$.

- *Cobertura astragalonavicular*: se mide como el ángulo formado por una línea trazada perpendicular a la superficie articular del astrágalo y una segunda línea perpendicular a la superficie articular del escafoides. El valor normal es de 0 a 10°.

- *Longitud de la columna lateral*: línea que va desde la apófisis posterior del calcáneo a la articulación metatarsofalángica del quinto dedo. El valor normal es de 160 ± 5 mm de longitud.

Los pacientes fueron analizados en dos grupos de acuerdo con el método utilizado para la elongación de la columna externa: grupo 1, con placa bloqueada con espaciador y grupo 2, con celdas de PEEK.

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan como mediana con su respectivo rango intercuartílico 25-75 y las variables categóricas, como frecuencias relativas o absolutas. Las comparaciones entre las mediciones radiográficas se realizaron con la prueba de la t de Student para muestras pareadas. Se compararon las mediciones preoperatorias con las obtenidas a los 12 meses y las mediciones de los tres meses con las de los 12 meses. Se consideró estadísticamente significativo un valor $p < 0,05$.

RESULTADOS

Entre marzo de 2010 y marzo de 2014, se operaron 77 pacientes con PPV estadio II. En el estudio, se incluyó a 26 pacientes, 20 (77%) eran mujeres y dos fueron operados de ambos pies (28 pies). La edad promedio era de 47 años (desviación estándar [DE] 18) en el grupo 1 y de 54 años (DE 12) en el grupo 2.

En 14 pies, se realizó una osteotomía de Evans con placa bloqueada con espaciador (grupo 1), mientras que, en los 14 restantes, se utilizaron celdas de PEEK (grupo 2). Las cirugías estuvieron a cargo del mismo equipo de cirujanos especialistas en patologías de pie y tobillo.

El tiempo quirúrgico promedio fue de 117 min (DE 4) en el grupo 1 y de 104 min (DE 5) en el grupo 2 ($p = 0,05$).

Al analizar las variables radiográficas en el grupo 1 (placas con espaciador) y el grupo 2 (celdas de PEEK), se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones preoperatorias y a los 12 meses de la cirugía, salvo en la variable longitud de la columna externa (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Mediciones radiográficas preoperatorias y a los 12 meses de la cirugía en el grupo 1 (placas con espaciador) (n = 14 pies)

Medición*	Preoperatorio	A los 12 meses de la cirugía	p
Ángulo de inclinación del calcáneo	12,70° (10-14)	21,18° (18-27)	<0,05
Ángulo astrágalo-calcáneo (perfil)	16,22° (12-20)	5,9° (0-7)	<0,05
Ángulo astrágalo-calcáneo (frente)	21,86° (19-31)	3,68° (2-9)	<0,05
Cobertura astragalonavicular	23,56° (16-41)	5,6° (2-9)	<0,05
Altura de la columna medial	10,75 mm (9-16)	18,51 mm (18-21)	<0,05
Longitud de la columna externa	162 mm (157-170)	163 mm (155-167)	0,48

*Los valores se expresan en mediana (rango intercuartílico).

Tabla 2. Mediciones radiográficas preoperatorias y a los 12 meses de la cirugía en el grupo 2 (celdas de PEEK) (n = 14 pies)

Medición*	Preoperatorio	A los 12 meses de la cirugía	p
Ángulo de inclinación del calcáneo	12,80° (9-15)	19,32° (15-24)	<0,05
Ángulo astrágalo-calcáneo (perfil)	19,03° (16-23)	5,33° (3-10)	<0,05
Ángulo astrágalo-calcáneo (frente)	22,04° (16-25)	4,15° (3-13)	<0,05
Cobertura astragalonavicular	23,75° (19-44)	7,61° (5-14)	<0,05
Altura de la columna medial	13,5 mm (12-15)	21,15 mm (19-26)	<0,05
Longitud de la columna externa	168,5 mm (160-173)	169,4 mm (164-171)	0,17

*Los valores se expresan en mediana (rango intercuartílico).

Se tomaron las mismas mediciones a los tres meses y a los 12 meses de la operación y no se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en ninguno de los dos grupos (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. Mediciones radiográficas a los tres y 12 meses de la cirugía en el grupo 1 (placas con espaciador) (n = 14 pies)

Medición*	A los tres meses de la cirugía	A los 12 meses de la cirugía	p
Ángulo de inclinación del calcáneo	22,58° (17-26)	21,18° (18-27)	0,71
Ángulo astrágalo-calcáneo (perfil)	2,01° (0-8)	5,9° (0-7)	0,1
Ángulo astrágalo-calcáneo (frente)	3,24° (1-7)	3,68° (1-9)	0,05
Cobertura astragalonavicular	2,9° (2-7)	5,6° (2-9)	0,92
Altura de la columna medial	19,90 mm (17-22)	18,51 mm (18-21)	0,88
Longitud de la columna externa	163,85 mm (159-168)	163 mm (155-167)	0,39

*Los valores se expresan en mediana (rango intercuartílico).

Tabla 4. Mediciones radiográficas a los tres y 12 meses de la cirugía en el grupo 2 (celdas de PEEK) (n = 14 pies)

Medición*	A los tres meses de la cirugía	A los 12 meses de la cirugía	p
Ángulo de inclinación del calcáneo	21,16° (18-24)	19,32° (15-24)	0,94
Ángulo astrágalo-calcáneo (perfil)	7,17° (4-11)	5,33° (3-10)	0,94
Ángulo astrágalo-calcáneo (frente)	4,29° (2-12)	4,15° (3-13)	0,24
Cobertura astragalonavicular	8,27° (4-15)	7,61° (5-14)	0,9
Altura de la columna medial	22,95 mm (20-23)	21,15 mm (19-26)	0,89
Longitud de la columna externa	167,5 mm (163-175)	169,4 mm (164-171)	0,76

*Los valores se expresan en mediana (rango intercuartílico).

Cuando se analizaron las mediciones radiográficas según el tipo de intervención, se obtuvieron resultados similares en ambos grupos; en primera instancia, se observó una mejoría en todas las mediciones posoperatorias al compararlas con las preoperatorias, mientras que estas se mantuvieron entre los tres y los 12 meses posteriores a la cirugía. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas, excepto en la longitud de la columna externa.

No hubo diferencias estadísticamente significativas en las mismas mediciones comparativas de ambos grupos entre los tres y los 12 meses después de la operación.

El puntaje promedio en la escala de la AOFAS fue de 48,57 (DE 10,44) antes de la cirugía y de 96 (DE 4,70) al año, en el grupo 1, mientras que, en el grupo 2, fue de 49,8 (DE 11,61) y 95 (DE 4,98), respectivamente.

Con respecto a la escala analógica visual para dolor, los resultados fueron 5,08 (DE 1,13) antes de la cirugía y 1,12 (DE 0,42) al año, en el grupo 1, y 5,6 (DE 0,80) y 1,16 (DE 0,46), respectivamente, en el grupo 2; en ambos casos, las mediciones fueron estadísticamente significativas.

Se dividió a las complicaciones en tempranas y tardías. En el grupo 1, un paciente tuvo una dehiscencia de la herida y dos infecciones superficiales, tratadas con antibióticos por vía oral y curaciones diarias, que se curaron sin complicaciones, y una complicación tardía de artrosis calcaneocuboidea asintomática que no necesitó resolución quirúrgica.

En el grupo 2, solo se produjeron complicaciones tardías: dos retrasos de la consolidación y dos pérdidas de la reducción del sitio de la osteotomía. En un paciente con retraso de la consolidación, se logró la fusión, mientras que el otro caso evolucionó a la pseudoartrosis; ninguno tuvo una repercusión clínica que requiriera una nueva cirugía.

DISCUSIÓN

La osteotomía de Evans es una de las herramientas diseñadas para el tratamiento del PPV del adulto. Numerosos estudios ya demostraron que la elongación de la columna externa es un factor determinante para la corrección de la abducción del antepié en el pie plano adquirido del adulto.^{13,14}

El tratamiento del PPV estadio II es el que genera mayor controversia. Una encuesta realizada a cirujanos de pie y tobillo en 2002 reveló que el 43% utilizará una elongación de la columna externa en combinación con otros procedimientos para reconstruir un pie plano en estadio IIB; de esta manera, se destaca la variedad en los enfoques terapéuticos.⁹

Los resultados de nuestro estudio muestran que las correcciones obtenidas mediante la osteotomía de Evans sin el uso de injerto óseo no sufren modificaciones en el seguimiento a corto plazo. Es interesante, además, que todas las variables radiográficas evaluadas antes de la cirugía sufren una modificación estadísticamente significativa en el posoperatorio, salvo la longitud de la columna externa que no muestra diferencias al ser evaluada y comparada antes de la cirugía, a los tres y 12 meses de la operación.

Este dato coincide con lo publicado por Kang y cols.¹⁵ quienes no hallaron diferencias en la longitud de la columna externa al comparar pacientes con PPV y sin él.

Se emplean diversos procedimientos para mantener el espacio generado por la osteotomía de Evans. El injerto óseo de cresta ilíaca autólogo se acepta como la mejor opción, aunque la tasa de complicaciones de la zona dadora es de alrededor del 20% (dolor, neuropraxia, problemas estéticos, hemorragia, hernias, fracturas de la cresta).¹⁶⁻¹⁹ El aloinjerto eliminaría las complicaciones en el sitio dador, pero requeriría de un mayor tiempo de consolidación; a esto deberíamos sumarle la disponibilidad de un banco de tejidos, un mayor costo y el riesgo de transmisión de enfermedades infectocontagiosas.²⁰

Teniendo en cuenta la morbilidad del sitio donante y los problemas con los aloinjertos, Niño Gomez y cols.⁸ adoptaron el uso de celdas de PEEK con injerto autólogo para diversos procedimientos en cirugías de pie y tobillo, y lograron la consolidación ósea en 21 de los 22 pacientes (promedio: 14 semanas).

En nuestro estudio, se logró la consolidación a los tres meses en el 93% de los pies operados; por lo tanto, podemos sugerir la posibilidad de prescindir del uso de autoinjerto o aloinjerto para realizar esta técnica más allá del método utilizado para mantener la corrección.

Cooper y cols.²¹ comunicaron que las fuerzas de compresión en la articulación calcaneocuboidea se multiplican ocho veces por sobre el valor normal cuando se realiza un alargamiento de 10 mm, lo cual concuerda con lo publicado por Xia y cols.²² quienes sugieren una diástasis no superior a 8 mm para evitar el riesgo de artrosis o subluxación calcaneocuboidea.²³ Aunque no fue el objetivo de este estudio correlacionar el tamaño de la diástasis y sus posibles complicaciones, detectamos una artrosis calcaneocuboidea en el grupo 1 y dos subluxaciones en el grupo 2. A pesar de esto, ninguna de estas complicaciones tardías tuvo relevancia clínica, lo que coincide con lo publicado por Ahn y cols.¹² quienes sugieren que no es necesario corregir las subluxaciones, porque no generarían cambios artrósicos en el mediano plazo.

Con respecto a la valoración clínica mediante la escala de la AOFAS, se obtuvo una mejoría estadísticamente significativa en los valores al año de la intervención, en ambos grupos. No se hallaron diferencias al comparar ambos grupos a los 12 meses de la cirugía.

Las limitaciones de nuestro estudio son su diseño retrospectivo y observacional con un seguimiento corto. No se evaluó la correlación entre el tamaño de la diástasis obtenida y las complicaciones tardías.

CONCLUSIONES

La solución al dolor causado por el PPV continúa en desarrollo. De acuerdo con los resultados de este estudio, se puede concluir en que la osteotomía de Evans mediante la elongación de la columna externa es un método reproducible y fiable para reconstruir la estabilidad funcional normal del mediopié y el retropié, y que tanto las placas bloqueadas con espaciador como las celdas de PEEK, sin el empleo de injerto óseo, logran preservar las correcciones obtenidas con la osteotomía de Evans en el mediano plazo.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de P. Sotelano: <https://orcid.org/0000-0001-8714-299X>

ORCID de M. G. Santini Araujo: <https://orcid.org/0000-0002-5127-5827>

ORCID de L. Conti: <https://orcid.org/0000-0003-2333-5834>

ORCID de A. C. Parise: <https://orcid.org/0000-0001-7308-3693>

ORCID de M. Carrasco: <https://orcid.org/0000-0002-1251-4936>

BIBLIOGRAFÍA

1. Mann RA, Saltzman CL. *Coughlin Pie y Tobillo*. Madrid: Editorial Marban; 2011.
2. Sands AK, Tansey JP. Lateral column lengthening. *Foot Ankle Clin* 2007;12(2):301-8. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2007.03.007>
3. Bare AA, Haddad SL. Tenosynovitis of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Clin* 2001;6:37-66. [https://doi.org/10.1016/s1083-7515\(03\)00078-0](https://doi.org/10.1016/s1083-7515(03)00078-0)
4. Beals TC, Pomeroy GC, Manoli A 2nd. Posterior tendon insufficiency: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg* 1999;7(2):112-8. <https://doi.org/10.5435/00124635-199903000-00004>
5. Johnson KA, Strom DE. Tibialis posterior tendon dysfunction. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(239):196-206. PMID: 2912622
6. Bluman EM, Title CI, Myerson MS. Posterior tibial tendon rupture: A refined classification system. *Foot Ankle Clin* 2007;12(2):233-49. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2007.03.003>
7. Coughlin M, Kaz A. Correlation of Harris mats, physical exam, pictures, and radiographic measurements in adult flatfoot deformity. *Foot Ankle Int* 2009;30(7):604-12. <https://doi.org/10.3113/FAI.2009.0604>
8. Niño Gomez D, Eslava S, Anain F, Yearson D, Arrondo G, Joannas G. Use of poly (ether ether ketone) cages in foot and ankle surgery. *Foot Ankle Clin* 2012;17(3):449-57. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2012.07.001>
9. Hiller L, Pinney SJ. Surgical treatment of acquired flatfoot deformity: what is the state of practice among academic foot and ankle surgeons in 2002? *Foot Ankle Int* 2003;24(9):701-5. <https://doi.org/10.1177/107110070302400909>
10. Hintermann B, Valderrabano V, Kundert HP. Lengthening of the lateral column and reconstruction of the medial soft tissue for treatment of acquired flatfoot deformity associated with insufficiency of the posterior tibial tendon. *Foot Ankle Int* 1999;20(10):622-9. <https://doi.org/10.1177/107110079902001002>
11. Liao JC, Niu CC, Chen WJ, Chen LH. Polyetheretherketone (PEEK) cage filled with cancellous allograft in anterior cervical discectomy and fusion. *Int Orthop* 2008;32(5):643-8. <https://doi.org/10.1007/s00264-007-0378-x>
12. Ahn JY, Lee HS, Kim CH, Yang JP, Park SS. Calcaneocuboid joint subluxation after the calcaneal lengthening procedure in children. *Foot Ankle Int* 2014;35(7):677-82. <https://doi.org/10.1177/1071100714528494>
13. Chan JY, Greenfield ST, Soukup DS, Do HT, Deland JT, Ellis SJ. Contribution of lateral column lengthening to correction of forefoot abduction in stage IIb adult acquired flatfoot deformity reconstruction. *Foot Ankle Int* 2015;36(12):1400-11. <https://doi.org/10.1177/1071100715596607>
14. Benthien RA, Parks BG, Guyton GP, Schon LC. Lateral column calcaneal lengthening, flexor digitorum longus transfer, and opening wedge medial cuneiform osteotomy for flexible flatfoot: a biomechanical study. *Foot Ankle Int* 2007;28(1):70-7. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0013>
15. Kang S, Charlton TP, Thordarson DB. Lateral column lengthening in adult flatfoot deformity. *Foot Ankle Int* 2013;34(3):392-7. <https://doi.org/10.1177/1071100712465738>

16. Younger EM, Chapman MW. Morbidity at bone graft donor sites. *J Orthop Trauma* 1989;3(3):192-5. <https://doi.org/10.1097/00005131-198909000-00002>
17. Cockin J. Autologous bone grafting complications at the donor site. *J Bone Joint Surg Br* 1971;53(1):153. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.53B1.147>
18. Shin AY, Moran ME, Wenger DR. Superior gluteal artery injury secondary to posterior iliac crest bone graft harvesting. *Spine (Phila Pa 1976)* 1996;21(11):1371-4. <https://doi.org/10.1097/00007632-199606010-00019>
19. Arrington ED, Smith WJ, Chambers HG, Bucknell AL, Davino NA. Complications of iliac crest bone graft harvesting. *Clin Orthop Relat Res* 1996;(329):300-9. <https://doi.org/10.1097/00003086-199608000-00037>
20. Tomford WW, Starkweather RJ, Goldman MH. A study of the clinical incidence of infection in the use of banked allograft bone. *J Bone Joint Surg Am* 1981;63(2):244-8. PMID: 7007391
21. Cooper PS, Nowak MD, Shaer J. Calcaneocuboid joint pressures with lateral column lengthening (Evans) procedure. *Foot Ankle Int* 1997;18(4):199-205. <https://doi.org/10.1177/107110079701800403>
22. Xia J, Zhang P, Yang YF, Zhou JQ, Li QM, Yu GR. Biomechanical analysis of the calcaneocuboid joint pressure after sequential lengthening of the lateral column. *Foot Ankle Int* 2013;34(2):261-6. <https://doi.org/10.1177/1071100712464211>
23. Momberger N, Morgan JM, Bachus KN, West JR. Calcaneocuboid joint pressure after lateral column lengthening in a cadaveric planovalgus deformity model. *Foot Ankle Int* 2000;21(9):730-5. <https://doi.org/10.1177/107110070002100903>