

Uso de aloinjertos en la cirugía de deformidades del pie infantil

Juan Pedro García Paños



Juan Pedro García Paños

Especialista en cirugía ortopédica y traumatología.

Pie y tobillo. Ortopedia infantil.

Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, El Palmar, Murcia.

Hospital HLA La Vega, Murcia.

Uso de aloinjertos en la cirugía de deformidades del pie infantil

Introducción

El objetivo de esta monografía es resumir nuestra experiencia en el manejo de patologías del pie infantil que requieran del aporte de aloinjerto óseo para su corrección. En lo que a la cirugía del pie y tobillo se refiere, las osteotomías de apertura se utilizan frecuentemente para el tratamiento de diferentes deformidades (pie plano, pie cavo, metatarso adductus, skewfoot, etc.) tanto en población pediátrica como en adultos, usándose para su relleno varios tipos de sustitutos e injertos óseos.

La cresta ilíaca autóloga tricortical se ha considerado tradicionalmente como el mejor injerto para rellenar estas osteotomías por su gran capacidad de osteointegración y su valor como soporte estructural. Sin embargo, su uso no está exento de problemas y su extracción ha sido asociada a diverso tipo de complicaciones. Así, el aloinjerto de cresta parece una opción adecuada que podría sustituir al injerto autólogo y evitar dichas complicaciones.

Compartimos aquí nuestra transición desde el autoinjerto al aloinjerto para rellenar y estabilizar nuestras osteotomías de apertura en la cirugía del pie pediátrico.

Autoinjerto de cresta iliaca, el gold standard

Históricamente se ha considerado como gold standard al autoinjerto de cresta ilíaca, ya que aúna las tres características necesarias para la osteointegración[1]:

- Osteogénesis: es la capacidad de formación ósea in vivo y dependiente, principalmente, de las células (células mesenquimales y osteoblastos).
- Osteoinducción: es la capacidad del material para in-

ducir a las células progenitoras a diferenciarse en estirpes formadoras de hueso y depende fundamentalmente de los factores de crecimiento.

- Osteoconducción: es la capacidad de un material para actuar como andamio o armazón de la regeneración ósea y depende de su configuración tridimensional (hidroxiapatita y colágeno).

A estas ventajas debemos añadir el hecho de que no transmite enfermedades y no desencadena una respuesta inflamatoria en el paciente.

El autoinjerto de cresta ilíaca se clasifica en cortical (aporta soporte estructural con menos celularidad) y esponjoso (con menos soporte, pero más osteogénesis y osteoinducción). Puesto que para rellenar una osteotomía de apertura se necesita un buen soporte mecánico que resista las fuerzas de compresión, elegiremos el injerto de cresta ilíaca tricortical como el injerto ideal.

Aunque estas ventajas del autoinjerto de cresta ilíaca son claras, también debemos señalar sus inconvenientes. Su disponibilidad es limitada y su extracción se asocia a cierta morbilidad sobre la zona donante hasta en el 25%-30% de los casos[2]. Entre las complicaciones más frecuentes destacan: dolor crónico en el sitio de extracción, adormecimiento del territorio del nervio cutáneo lateral femoral por lesión en la cirugía, seromas y hematomas residuales, problemas estéticos, hernias abdominales y fracturas. Afortunadamente, con una técnica de extracción meticulosa estas complicaciones indeseables se minimizan. A esto debemos añadir que -en manos expertas- supone un tiempo extra de cirugía de entre 30 y 45 minutos.

Correr el riesgo de problemas con la zona donante parece justificado cuando se necesita osteogénesis y osteoinducción, como -por ejemplo- en el tratamiento de una pseudoartrosis aséptica. Por el contrario, parece un riesgo excesivo cuando se quiere rellenar un hueco creado por el propio cirujano, como es el caso al practicar una osteotomía de apertura sobre un hueso presumiblemente sano y donde la característica fundamental que se requiere es el soporte mecánico y la osteoconducción.

Aloinjerto de cresta ilíaca tricortical

Por las razones anteriormente descritas siempre hemos buscado sustitutos -biológicos o no- que se asemejen a la cresta ilíaca tricortical. Así, uno de los principales ha sido el aloinjerto de la propia cresta ilíaca; obtenido de donante y al que se puede tener acceso a través de los diferentes bancos de huesos.

Los aloinjertos se clasifican, según su método de conservación y procesado, en[3]:

- Fresco: Conserva células viables, por lo que es osteogénico y ello favorece su incorporación. Pero también es el más antigénico y su uso está limitado por las posibilidades de contagio.
- Congelado: Es menos antigénico por contener menos células viables, aunque es osteoinductor por conservar factores de crecimiento. Debe calentarse en suero antes de ser implantado.
- Liofilizado: Se deshidrata y puede conservarse a temperatura ambiente. Es el menos antigénico. No conserva factores de crecimiento y es mayoritariamente osteoconductor. Puede aumentar la fragilidad del injerto.
- Desmineralizado: Se elimina su estructura mineral conservando la proteína colágena. Puede conservar factores de crecimiento, pero no son aptos para el soporte estructural.

Como ya hemos descrito, para rellenar el gap de una osteotomía de apertura se necesita capacidad osteoinductora y de soporte estructural. Por lo tanto, utilizaremos el aloinjerto tricortical de cresta liofilizado como sustituto ideal. Éste tiene como principales ventajas evitar la morbilidad de la zona donante y su disponibilidad es casi ilimitada. Como inconvenientes señalaremos que no aporta capacidad de osteogénesis ni de osteoinducción, necesita de donantes y bancos de huesos y se describe -muy raramente- la posibilidad de transmitir enfermedades y desencadenar respuesta autoinmune. Aunque no existen datos exactos, se estima que -usando los métodos recomendados de selección de donantes- la probabilidad de obtener un injerto de un paciente VIH positivo es de menos de 1 sobre 1,67 millones[4].

Hoy en día existen técnicas avanzadas de procesamiento y almacenaje destinadas a evitar algunos de estos inconvenientes. La esterilización con rayos gamma a bajas

dosis y temperaturas ultrabajas inactiva tanto los virus encapsulados como los no encapsulados que contienen ADN o ARN[5], añadiendo una garantía de seguridad contra la transmisión viral. El almacenamiento a temperatura ambiente de aloinjertos prehidratados en solución de glicerol (tecnología Preservon, LifeNet Health, EEUU) resulta en un injerto con mayor resistencia a la fuerza de compresión que el injerto liofilizado y con similar osteoconductividad que el injerto congelado; con la ventaja añadida de no tener que rehidratarlo ni calentarlo, pudiendo hacer uso de éste de forma inmediata[6]. Además, se proporciona en varias medidas y en contenedores estériles listo para ser usado en el momento de la cirugía (figura 1).

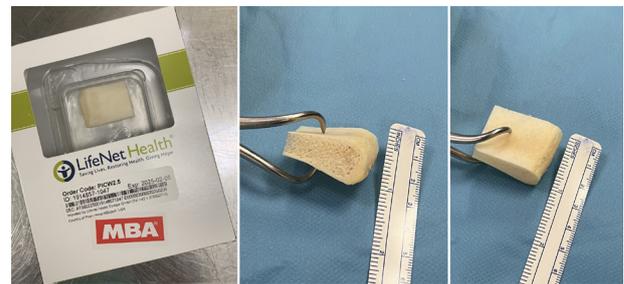


Figura 1. Aspecto del aloinjerto tricortical de cresta en su envase estéril y una vez extraído del mismo

Comparación: autoinjerto vs aloinjerto de cresta

La principal diferencia que existe entre el autoinjerto y el aloinjerto de cresta es que el primero tiene poder osteogénico, osteoinductor y osteoconductor; mientras que el segundo sólo es osteoconductor. Ya hemos descrito las principales ventajas del aloinjerto, pero la pregunta que surge entonces es ¿qué diferencias hay en cuanto a incorporación y consolidación de los aloinjertos respecto al gold standard, el autoinjerto de cresta?

Varios son los trabajos que han estudiado este aspecto en la cirugía de pie y tobillo. En una serie de 51 alargamientos de columna externa para el tratamiento del pie plano del adulto[7], el autoinjerto tricortical de cresta consiguió unas tasas de unión del 70% frente al 94% de los tratados con aloinjerto y se registraron mayor número de complicaciones en el grupo de autoinjerto (65%) frente al aloinjerto (35%). En esta misma línea, en otro estudio sobre 120 alargamientos de columna externa para tratamiento de pie plano del adulto[8], los autores no observaron diferencias en cuanto al uso de autoinjerto o aloinjerto, encontrando únicamente mayor índice de no unión y pérdida de corrección cuanto más grande es el injerto. En nuestra experiencia, el uso de aloinjerto de cresta en cirugía de pie y tobillo no ha retrasado nuestro protocolo habitual posoperatorio ni la carga, mostrando su incorporación radiológica a partir de las 8 semanas, de forma muy similar a como lo hace el autoinjerto.

Si se tiene en cuenta el aspecto económico, el aloinjerto supone un mayor coste que el autoinjerto, llegando a ser la diferencia de hasta 2.500 dólares en pacientes que recibieron aloinjerto y plasma rico en plaquetas si se comparan con los tratados mediante autoinjerto[7].

Alternativas al autoinjerto y aloinjerto para osteotomías de apertura en pie y tobillo

En la literatura se describe el uso de otros materiales para rellenar los huecos de las osteotomías de apertura en pie y tobillo. Veremos algunos de los más usados:

- **Xenoinjertos:** Han estado prohibidos hasta fechas muy recientes por su potencial para la transmisión de enfermedades, antigenicidad y rechazo; pero las modernas técnicas de procesado y esterilización han permitido un resurgir de este tipo de materiales. De igual forma que el aloinjerto, pueden proporcionar soporte mecánico y capacidad osteoconductora, sin capacidad osteogénica ni osteoinductora[9].
- **Biocerámicas:** Las dos más usadas como elementos de soporte han sido el trifosfato cálcico (FTC) y la hidroxiapatita sintética (HA). Son compuestos resistentes a la compresión, pero débiles ante el cizallamiento y la tensión, por lo que habitualmente necesitan de osteosíntesis protectora hasta su integración y reabsorción. Los compuestos FTC tardan de 6 a 18 meses en reabsorberse mientras que la HA es más resistente a la reabsorción, con tasas del 2% al año[10].
- **Cuñas de metal trabecular o titanio:** Recientemente han emergido cuñas de metal poroso como alternativa para el relleno después de la buena experiencia con el tantalio en cirugía de revisión de cadera y rodilla. Aportan ventajas como la no transmisión de enfermedades y el ahorro de tiempo quirúrgico, ya que están preformadas con tamaños definidos. Estudios recientes muestran buenos resultados y perfil de seguridad en cirugía de alargamiento de columna externa para tratamiento del pie plano en pacientes mayores de 14 años a largo plazo, sin pérdida de corrección, extrusión ni necesidad de retirada y un porcentaje de complicaciones menores del 8%[11,12]. Los resultados clínicos y radiográficos obtenidos con las cuñas de titanio (Biofoam wedge system, Wright Medical Inc, EEUU) para el tratamiento de osteotomías de apertura dorsal en cuneiforme medial (Cotton) muestran valores comparables a los obtenidos con el aloinjerto[14]. No se han encontrado estudios en pacientes menores de 14 años.

Principales usos de aloinjertos en la cirugía del pie infantil

En la cirugía del pie y tobillo infantil, las cuñas de aloinjerto tienen su cabida en distintos procesos. Para obtener un pie plantigrado y normoalineado radiológicamente

debemos conseguir que el astrágalo y el primer metatarsiano estén en un mismo eje, ya sea en radiografía dorsoplantar, lateral u oblicua. Este eje se altera en las principales deformidades del pie infantil: pie plano, pie cavo, metatarso aducto, skewfoot y pie zambo. Las osteotomías de apertura en el ápex de la deformidad nos ayudan a restaurarlo. Los principales procedimientos que podemos realizar son los siguientes:

- Alargamiento de columna externa a través del calcáneo (Evans Mosca) o del cuboides para corregir deformidades en abducto y valgo en casos de pie plano flexible, rígido o congénito.
- Osteotomías de apertura dorsal del cuneiforme medial para corregir deformidades en supinación fija de antepié.
- Osteotomías de apertura medial del cuneiforme medial para corregir deformidades en aducto (en casos de skewfoot y en casos de metatarso adductus; en este último combinadas con osteotomías de cierre lateral en cuboides. También se ha usado esta técnica en casos de hallux valgus con oblicuidad de la carilla articular cuneometatarsiana).
- Osteotomías de apertura plantar en los cuneiformes para corregir deformidades en pronación en casos de pie cavo anterointerno flexible (a través del cuneiforme medial o de todos los cuneiformes, según el ápex de la deformidad).

Técnica quirúrgica. Generalidades en osteotomías de apertura

Colocación del paciente y preparación del campo quirúrgico

El paciente se posiciona en decúbito supino. Se prepara la extremidad a intervenir con solución de clorhexidina alcohólica y se cubre con sábanas estériles. Se realiza isquemia estéril a nivel del muslo mediante sistema HemaClear (OHK Medical Devices Inc, EEUU).

Detalles técnicos comunes

Si se realiza una osteotomía de la cortical externa y se mantiene como fulcro la cortical contralateral, será necesario un aloinjerto triangular para rellenar el gap generado (figura 2A). En caso de realizar una osteotomía bicortical, será necesario un aloinjerto trapecoidal (figura 2B). En cualquier caso, se empleará una sierra oscilante para la osteotomía y se comprobará su apertura con ayuda del escoplo.

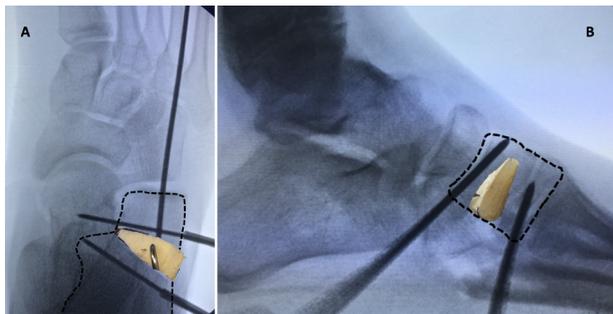


Figura 2. (a) Osteotomía bicortical de apertura lateral completa del calcáneo con aloinjerto trapecoidal. (b) Osteotomía monocortical de apertura plantar del cuneiforme medial con aloinjerto triangular.

Podemos utilizar para la apertura dos tipos de distractores óseos: de palas o de agujas. La preferencia de los autores es el de agujas, ya que permite tener el espacio libre para colocar el injerto sin la interferencia de las palas. Se sitúan unas agujas de 1,8 mm a cada lado de la osteotomía y se abre el espacio con el distractor (figura 3A). En caso de no contar con distractor, estas agujas nos permiten una apertura manual. La apertura generada nos dará la medida de la cuña necesaria.

Para insertar el injerto es útil sobre-distraer y, una vez colocado el mismo, comprimir el distractor.

Es conveniente contar con un botador para golpear el injerto e introducirlo hasta su posición precisa (a veces la capucha de un rotulador demográfico también nos puede ser de utilidad). Los aloinjertos tratados con Preservon muestra una buena resistencia a la percusión sin sufrir fracturas.

Normalmente, las osteotomías de apertura tienden a la estabilidad intrínseca por la compresión generada en am-

bos extremos del aloinjerto una vez colocado, por lo que no suele ser necesario el uso de material de síntesis.

Preparación del aloinjerto

Una vez medido el defecto creado por la osteotomía de apertura se procede a la preparación del aloinjerto tricortical de cresta. Se extrae el aloinjerto de su envase estéril y se dibujan con rotulador dermatográfico las dimensiones deseadas (figura 3). En los injertos tratados con tecnología Preservon no es preciso hidratarlos, lo que ahorra tiempo en la cirugía. Debido a que, además, presentan una resistencia similar al autoinjerto tricortical, podemos hacer su preparación con sierra oscilante sin tener complicaciones de fractura o resquebrajamiento indeseado. Es útil contar con un soporte de trabajo sobre el que apoyar el injerto y de pinzas de hueso para sujetar con uno el fragmento a extraer y con otro, el sobrante. Dadas las dimensiones del aloinjerto nativo, normalmente con un solo fragmento podemos obtener varias cuñas según el procedimiento que vayamos a realizar.

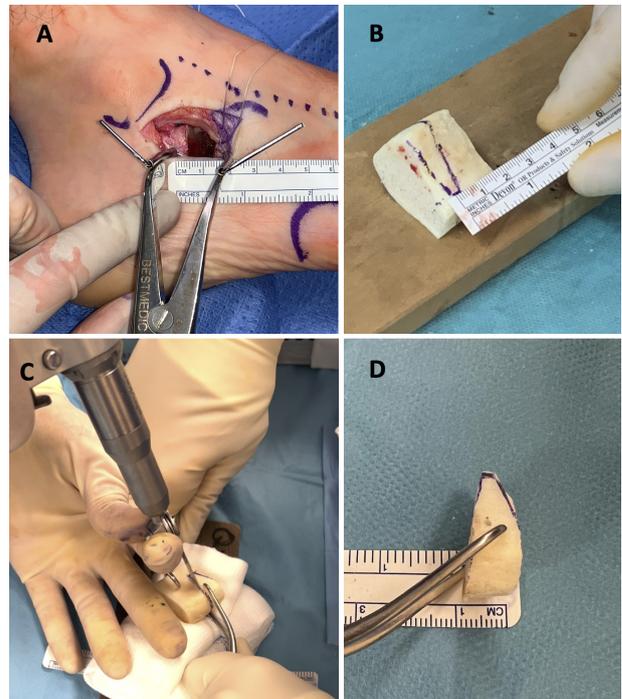


Figura 3. Pasos para la preparación del aloinjerto: (a) Medida del espacio. (b) Dibujo de medidas en el aloinjerto. (c) Tallado del aloinjerto con sierra oscilante. (d) Aloinjerto preparado a medida.

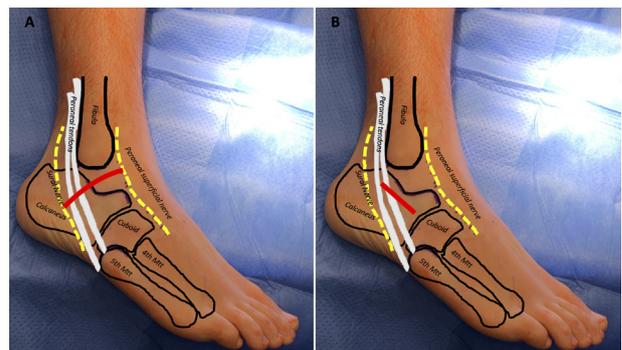


Figura 4. Principales estructuras anatómicas de referencia y riesgos para los abordajes de Ollier (a) y Evans (b).

Osteotomía de alargamiento de columna externa

Indicación

Pie plano valgo mediotarsiano (predominio de abducto como deformidad principal) y pie plano valgo flexible mixto (abducto y valgo como deformidades principales) [14,15]. También es útil en pies planos rígidos con coaliciones tarsianas[16] (cuando esté indicado corregir la deformidad con o sin resección de la deformidad) y en algunos pies planos congénitos y neurológicos con deformidades moderadas y pacientes deambulantes[17].

Puede realizarse en calcáneo o cuboideos según el ápex de la deformidad. Puede combinarse con osteotomía de deslizamiento de calcáneo para corregir el valgo de retropié o con osteotomías del cuneiforme medial para corregir la supinación de mediopié (ver más adelante).

Abordaje

Es posible realizar esta intervención con dos abordajes diferentes; a elegir según las preferencias del cirujano (figura 4):

- Abordaje de Ollier: Abordaje vertical sobre el seno del tarso. Incisión en el plano internervioso entre la rama cutánea dorsal intermedia del peroneo superficial y la rama del sural. Su principal ventaja es que ofrece una exposición adecuada y sigue las líneas de Langer de la piel, con la teórica mejoría cosmética. Tiene como inconveniente de que, al ser perpendicular al plano de alargamiento, la herida puede quedar cerrada a tensión si el alargamiento es excesivo.
- Abordaje de Evans: Abordaje longitudinal (preferido por el autor). Incisión de 2 cm desde 1 cm distal a la punta del maleolo peroneo hasta la tuberosidad mayor del calcáneo, siguiendo la línea del eje del cuarto metatarsiano. Su principal ventaja es que, al ser paralelo al plano de alargamiento, la piel no está sometida a tensión para el cierre.

Diseción

Se expone el tejido celular subcutáneo y se disecan, en la parte proximal del abordaje, los tendones peroneos lateral corto (superior) y largo (inferior) previa incisión de su vaina (en esta zona cada peroneo tiene una vaina independiente). Para diferenciarlos basta con movilizar el primer metatarsiano en flexo extensión -sin supinación del pie- pudiendo evidenciar así la movilidad aislada del peroneo lateral largo, que se inserta en la base del primer metatarsiano. Se identifican con un vessel loop y se retraen plantarmente (figura 5). En la porción distal de la incisión, se diseca la grasa y se expone el seno del tarso. Se identifica y retrae con una sutura de tracción el origen en el calcáneo del músculo pedio (extensor digitorum brevis) y se separa hacia dorsal (figura 5). Después, se coloca un retractor de Hohmann en el seno del tarso y otro en la porción plantar del calcáneo, protegiendo los peroneos.

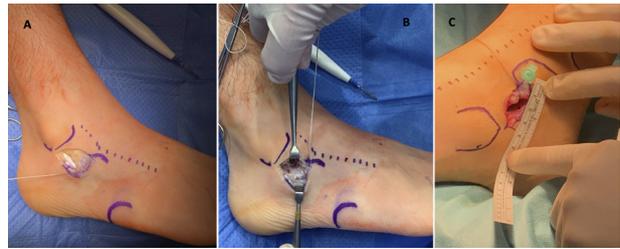


Figura 5. Primeros pasos en el alargamiento de columna externa. (a) Identificación de peroneos y EDL. (b) Identificación del sinus tarsi y del inicio de la articulación subtalar posterior. (c) Identificación de la articulación calcáneo cuboidea con aguja intramuscular y medida del lugar de osteotomía.

De este modo queda expuesta la tuberosidad anterior del calcáneo en distal, la zona del ángulo de Gissane en el centro y la porción anterior de la subtalar posterior en la parte más proximal. Es importante -en la parte más distal- no abrir la cápsula ni lesionar los ligamentos dorsales de la articulación calcáneo cuboidea, para evitar inestabilidades secundarias.

Osteotomía

Se localiza, con una aguja intramuscular y ayuda de escopía, la articulación calcáneo cuboidea de forma percutánea. La osteotomía discurrirá entre 1,5-2 cm posterior esta articulación en un punto que suele coincidir con el vértice del ángulo de Gissane y anterior a la articulación subtalar (figura 6). En esta zona se puede marcar el punto de entrada con una aguja de Kirschner perpendicular al calcáneo.

Para obtener la dirección adecuada de la osteotomía, se introduce un periostotomo romo en el seno del tarso de posterior a anterior y de dorsal a plantar, siguiendo la anatomía del canal del tarso e intentado identificar en el aspecto medial la separación entre las carillas subtalar media y anterior (figura 6). Ésta será la dirección de nuestra osteotomía (Mosca modificó la original osteotomía de Evans -perpendicular al eje del calcáneo- haciéndola oblicua de posterior a anterior para evitar la lesión de la subtalar media[18]).



Figura 6. Identificación de la dirección del seno del tarso y de la carilla subtalar media en imagen clínica (a) y con escopía (b,c).

Se inicia la osteotomía en la cortical lateral mediante sierra oscilante. Con el fin de evitar inestabilidades cuando se proceda a la apertura se estabiliza la articulación calcáneo cuboidea mediante una aguja de Kirschner de 2 mm que colocaremos desde el dorso de la metáfisis del cuarto metatarsiano (transfixiando la articulación calcá-

neo cuboidea) hasta el inicio de la osteotomía sin sobrepasarla. Se completa la osteotomía hasta la segunda cortical y se comprueba su movilidad utilizando un escoplo.

Apertura

Se realiza la apertura deseada con el distractor (ver apartado “detalles técnicos comunes”, página 6). Es útil seccionar las fibras de la aponeurosis plantar lateral y del abductor digiti quinti en la parte plantar de la osteotomía para facilitar su apertura. En caso de que el peroneo lateral corto dificulte la apertura, se procede a su alargamiento en Z (normalmente no es preciso en la mayoría de los pies flexibles). La apertura deseada se logra con control radiográfico cuando en radioscopia dorsoplantar en carga simulada se consigue una cobertura talo-navicular completa, un eje talo-primer metatarsiano alienado y un borde del pie recto (ángulo calcáneo – quinto metatarsiano de 0 grados). En este momento se mide el espacio generado para preparar el injerto (figura 7).

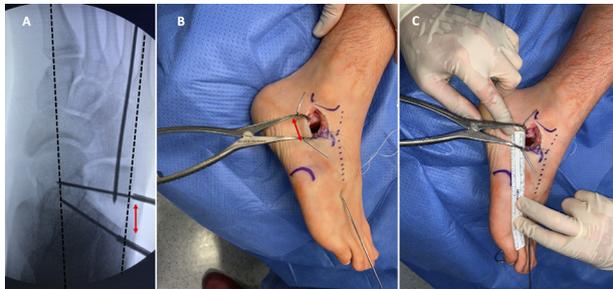


Figura 7. (a,b) Osteotomía completada. Aguja de Kirschner posicionada estabilizando CC. Apertura con distractor hasta posición deseada (eje Talo MTT1 y calcáneo MTT5 normalizados). (c) Medida de la apertura.

Controversias sobre el tamaño del injerto

En paciente menores de 13 o 14 años es posible abrir un gap de hasta 14 mm sin alterar la estabilidad de la articulación calcáneo-cuboidea y sin complicaciones clínicamente relevantes. Se describe en la literatura el desplazamiento dorsal de la tuberosidad anterior del calcáneo con subluxación de la articulación calcáneo cuboidea tras esta técnica (figura 8), observando su disminución con el tiempo y sin clínica significativa[19,20].

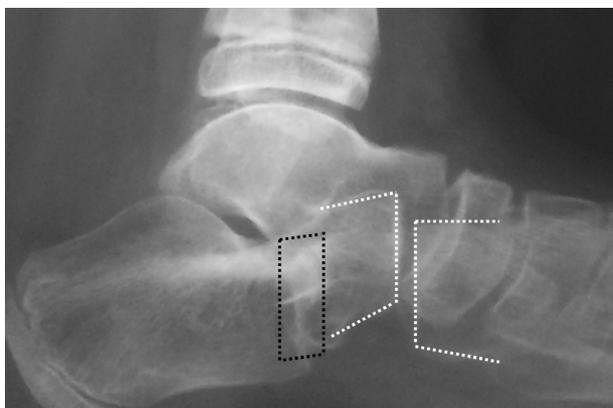


Figura 8. Subluxación dorsal calcáneo cuboidea (línea de puntos blanca) tras alargamiento de columna externa con aloinjerto (línea de puntos negra).

En pacientes adolescentes y adultos se debe ser más precavidos con este espacio, ya que si se excede de 1 cm es posible generar una hiperpresión calcáneo-cuboidea que pueda ser sintomática y aumente la posibilidad de degeneración artrósica[21]. Por esta razón se aconseja no exceder de más de 1 cm -y un espacio óptimo de 8 mm- en estos pacientes para así reducir la tasa de ocurrencia de esta complicación[22]. En caso de necesitar mayor corrección, es preferible añadir una osteotomía de deslizamiento medial del calcáneo de 1 cm antes que aumentar la cuña de apertura.

Tras elegir el espacio óptimo a rellenar, se prepara el injerto con la medida deseada con forma trapezoidal (ya que hemos realizado una osteotomía bicortical) con un tamaño en la punta del 30% de la medida de la base (ver figura 3).

Introducción del injerto y síntesis

Una vez tallado el injerto, éste se introduce en el espacio (se puede aumentar la distracción temporalmente para facilitar la entrada de la cuña y, después, aplicar compresión). La cortical del injerto ha de quedar alineada con la del calcáneo para evitar la intrusión de éste en la esponjosa del calcáneo nativo (figura 9).

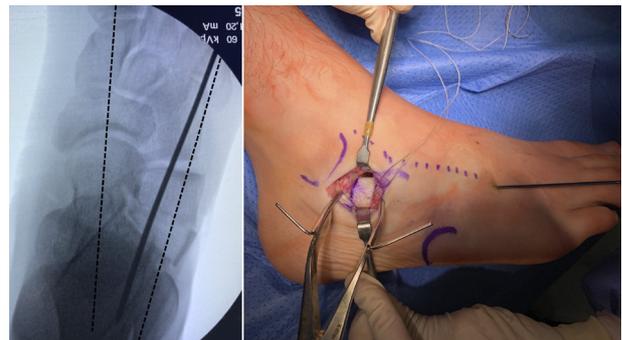


Figura 9. Imagen radiográfica y clínica tras colocación del injerto y estabilización mediante aguja. Restauración del eje talo MTT1 y calcáneo MTT5 (líneas de puntos).

En pacientes menores de 13 o 14 años, una vez introducida la cuña, se avanza la aguja de Kirschner hasta la tuberosidad posterior del calcáneo. Aunque la idea de esta aguja es prevenir la subluxación calcáneo-cuboidea, un estudio reciente muestra que la subluxación dorsal y rotatoria se producen independientemente de que estabilicemos con una aguja o no, quedando por estudiar si este efecto disminuiría usando dos agujas[23]. El injerto en las osteotomías de apertura es inherentemente estable por lo que, en pacientes mayores de 14 años -al igual que en adultos- no usamos aguja para estabilizar la calcáneo-cuboidea y no usamos ningún tipo de síntesis. Aunque en la literatura se describen síntesis con tornillos y placas en pacientes menores de 14 años, dado que las tasas de retirada del material por irritación de peroneos son altas y que la estabilidad que conseguimos es alta (no hemos tenido casos de extrusión del injerto), esto nos lleva a no usar ningún tipo de síntesis. No obstante, la síntesis puede tener cabida en casos en los que la estabilidad estabi-

lidad esté comprometida por una osteotomía inadecuada, por la fractura del injerto durante su preparación y por otros motivos.

Se debe evitar la implantación dorsal del injerto (bien por tamaño inadecuado o por mala colocación) porque puede generar un problema de pinzamiento subtalar. En caso de que ocurra, es posible realizar una osteoplastia resecano la porción sobrante por encima del calcáneo (figura 10).

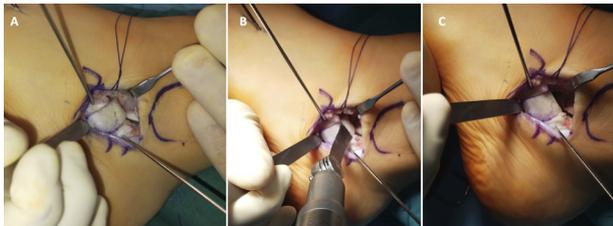


Figura 10. (a) Extrusión superior del injerto con pinzamiento subtalar. (b) Osteoplastia con sierra. (c) Aspecto final sin pinzamiento.

Cierre de la herida

Se reinserta el extensor digitorum brevis en el remanente de la vaina de los peroneos, lo que permite proteger el injerto. Se realiza un cierre cutáneo con puntos sueltos de monofilamento no absorbible de 3/0.

Osteotomías sobre el cuneiforme medial

Indicaciones

Las osteotomías de apertura en el cuneiforme medial -o en varios cuneiformes- permiten la corrección de deformidades en el plano sagital (antepié supinado o pronado) y en el plano transversal (antepié aducto). Las más comunes son:

- Osteotomía de apertura dorsal del cuneiforme medial: Útil para corregir la supinación asociada al pie plano valgo[24] (figura 11).
- Osteotomía de apertura medial del cuneiforme medial: Útil para corregir el adductus en el metatarso adductus (en ocasiones, asociada a osteotomías de cierre del cuboides u osteotomías de la base del segundo, tercer y cuarto metatarsianos)[25] y para corregir el adductus presente en el skewfoot[26] (asociada a alargamiento de la columna externa). También se ha utilizado en el tratamiento del metatarso primo varo y del hallux valgus juvenil[27].
- Osteotomía de apertura plantar del cuneiforme medial o de todos los cuneiformes[28]: Útil en la pronación del antepié (figura 12) asociada en el ápex sagital del pie cavo varo anterointerno pediátrico (como parte de un tratamiento integral de la deformidad del pie cavo varo asociada a osteotomías del retropié, trasferencias tendinosas, etc.), pudiendo combinarse con una osteotomía de cierre dorsal de la base del primer metatarsiano en casos de pronación severa. En pacientes adolescentes y adultos esta técnica tiene peores resultados

debido a pérdida de flexibilidad articular, prefiriendo en estos casos las osteotomías de cierre dorsal en el ápex de la deformidad.

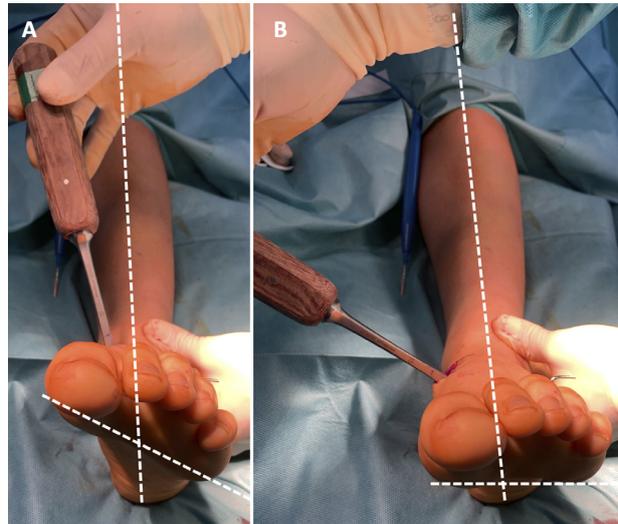


Figura 11. (a) Supinación del antepié tras corregir el valgo de retropié en pie plano. (b) Reducción de la supinación con osteotomía de apertura dorsal del cuneiforme medial.

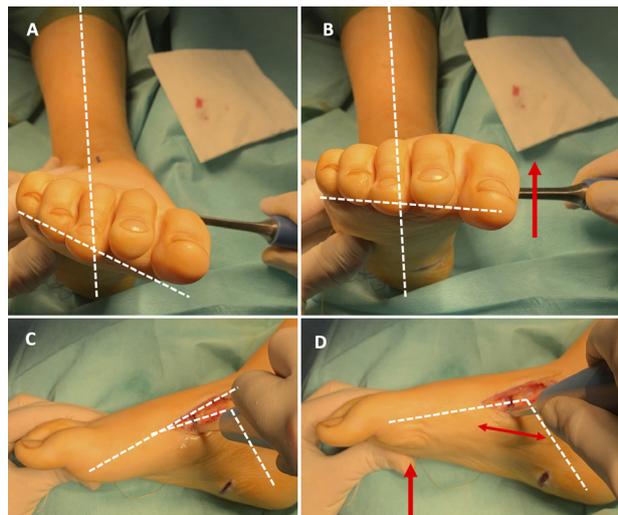


Figura 12. Pronación del antepié en pie cavo varo anterointerno (a,c). Corrección con osteotomía de apertura plantar de cuneiforme medial (b,d).

Abordaje y disección

El abordaje sobre el cuneiforme medial varía según la apertura sea plantar o dorsal. En todos los abordajes resulta útil identificar los límites del cuneiforme medial con escopía. A nivel proximal utilizamos una aguja intramuscular en la articulación escafocuneana y, a nivel distal, hacemos lo propio en la primera cuneometatarsiana (figura 13A).

- Apertura dorsal (figura 14): Incisión longitudinal de 2-3 cm centrada en el cuneiforme medial dorsal (creando un espacio lateral al tendón tibial anterior, que se inserta en la parte más distal de este cuneiforme) y medial al extensor hallucis longus (EHL) evitando lesionar el nervio cutáneo dorsal medial[29]. Se refleja el tendón a lateral.

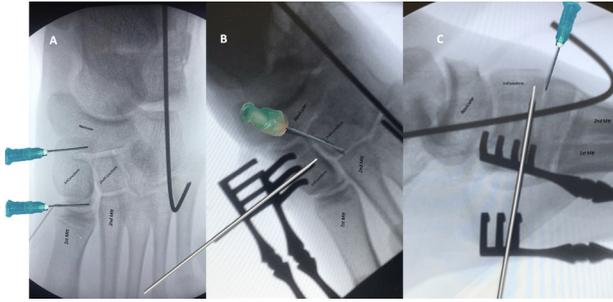


Figura 13. Referencia de puntos radiológicos. (a) Articulaciones escafocuneana y cuneometatarsiana. (b,c) Identificación de segunda cuneometatarsiana. Aguja de Kirshener marcando el trayecto de la osteotomía.

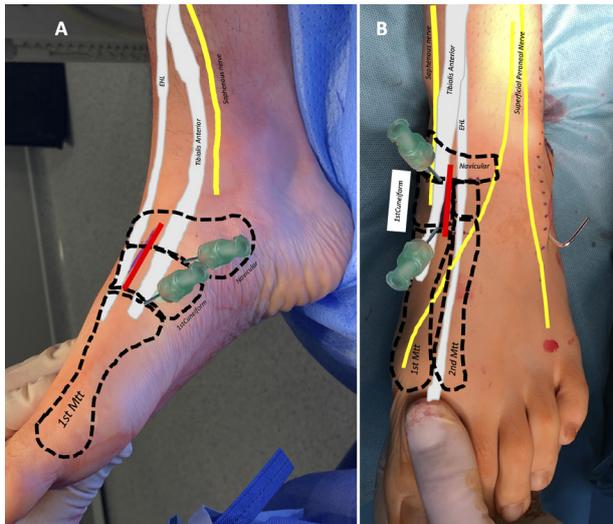


Figura 14. (a,b) Detalles anatómicos y estructuras de riesgo en abordaje dorsomedial para osteotomía de apertura dorsal del primer cuneiforme. Línea roja: incisión. (c) Localización con ayuda de aguja intramuscular bajo escopia de las articulaciones escafo cuneiforme y cuneometatarsiana medial.

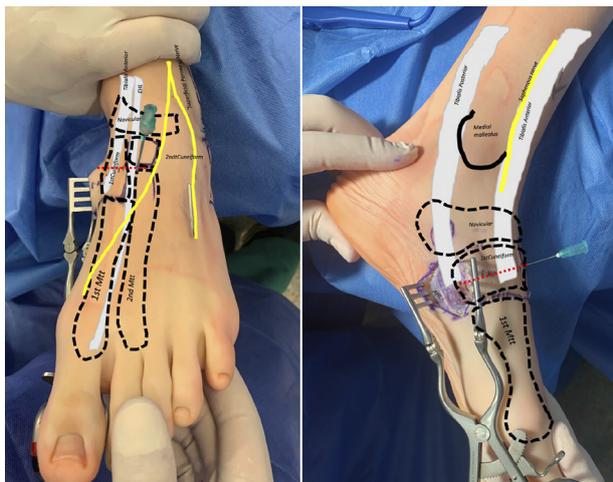


Figura 15. (a,b) Detalles anatómicos del abordaje plantar para osteotomía de apertura plantar del cuneiforme. Con aguja intramuscular se identifica la articulación TMT2 – punto para localizar el nivel de la osteotomía del cuneiforme medial (puntos rojos).

- Apertura medial: Similar a la anterior, pero en el aspecto medial del tendón tibial anterior.
- Apertura plantar (figura 15): Incisión de 4 cm centrada en el cuneiforme medial entre el límite entre la piel plantar y la dorsal. Se identifica el vientre muscular del abductor hallucis y se refleja a plantar. Se disecciona subperióticamente el aspecto plantar del cuneiforme medial o de todos los cuneiformes, protegiendo así el paquete vasculonervioso plantar medial.

Osteotomía

En todos los casos se practica una osteotomía monocortical incompleta con sierra oscilante, usando como fulcro la cortical contralateral. En los casos en que se realice una osteotomía aislada del cuneiforme medial –ya sea dorsal o plantar- es muy importante localizar el punto en el que se va a realizar la osteotomía para que la apertura sea óptima y se evite la lesión del ligamento plantar de Lisfranc[30]. El punto ideal es la transición entre el cuneiforme medial y la articulación de la segunda cuneometatarsiana (TMT2), usando ésta como punto de clivaje para la apertura de nuestra osteotomía y quedando proximal al ligamento de Lisfranc. Para ello es útil localizar esta articulación con escopia en proyección dorsoplantar y marcar dicho punto en el cuneiforme medial (normalmente en la transición entre tercio distal y los dos tercios proximales, un poco proximal a la TMT2) (figuras 13 B y 13C). También es necesario identificar la dirección de la osteotomía con aguja de Kirschner, que debe ser perpendicular al eje del cuneiforme medial. Debido a su alineación oblicua en el arco plantar, la osteotomía será oblicua de distal a proximal y de dorsal a plantar. En caso de realizar la osteotomía de apertura plantar de todos los cuneiformes, se ejecutará en el punto medio de todos ellos, localizado a partir del punto descrito para el cuneiforme medial y apuntando hacia la base del quinto metatarsiano, respetando la cortical dorsal[28].

Apertura y tamaño del injerto

Se realiza la apertura deseada con distractor (ver apartado detalles técnicos comunes). Puesto que es una osteotomía incompleta, se necesitará un injerto triangular en el que la base será la medida del espacio generado (figura 16). El tamaño oscila entre 5 y 8 mm para la apertura dorsal (figura 17) y entre 5mm y 1cm para la apertura plantar y medial (figura 18). La apertura adecuada será aquella que nos permita obtener una línea de Meary (línea entre el astrágalo y el primer metatarsiano en proyección lateral, con una angulación lo más cercana posible a 0°) (figuras 16 D y 17 D).

Introducción del injerto y síntesis

Se siguen las pautas referidas en el apartado dedicado a los detalles técnicos comunes a las osteotomías de apertura. Normalmente no se precisa de síntesis pero, en caso de ser necesaria, es posible utilizar mini placas dorsales, plantares o agujas de Kirschner de 1,8mm.

Cierre de la herida

En la incisión dorsal basta con suturar la piel con monofilamento de 3 o 4/0. En la incisión plantar se cerrará el plano del abductor hallucis con reabsorbible de 3/0 y el cierre cutáneo con puntos sueltos de monofilamento no absorbible de 3-4/0.

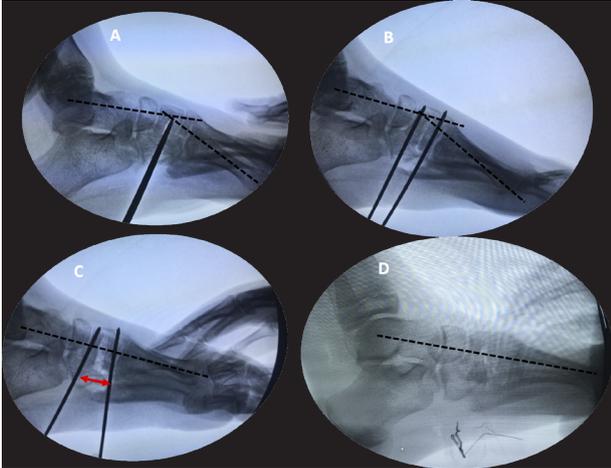


Figura 16. (a,b,c) Ejemplo paso a paso de osteotomía de apertura cuneiforme plantar en escopia. Observe la corrección de la línea de Meary (d).

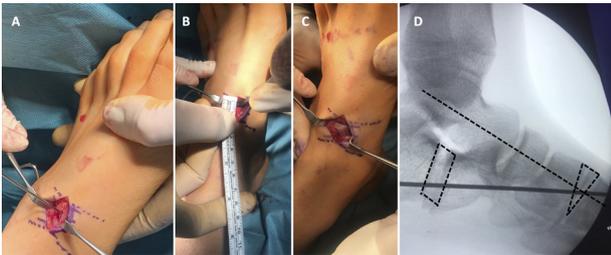


Figura 17. Osteotomía de apertura dorsal en cuneiforme medial. (a) Localización. (b) Medida del espacio. (c) Colocación del injerto. (d) Restauración de la línea de Meary en escopia en carga simulada (línea de puntos). Nota: Injerto de Mosca en calcáneo (cuadrado de puntos) e injerto de Cotton (triángulo de puntos).

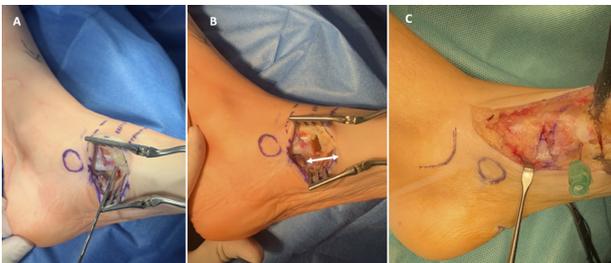


Figura 18. Osteotomía de apertura plantar del cuneiforme medial para pronación en pie cavo. (a) Localización. (b) Apertura. (c) Colocación de cuña de aloinjerto triangular.

Postoperatorio (común a todas las técnicas)

Férula suropédica almohadada a 90° hasta la retirada de suturas (3 primeras semanas) en descarga.

Cambio a bota Walker fija a 90° sin control de flexo extensión que se mantiene hasta el inicio de incorporación de los injertos (6 – 8 semanas postoperatorias) visualizado en radiografía de control. En este momento se retiran las agujas de Kirschner de forma ambulatoria, si se hubieran utilizado.

A la octava semana se inicia la carga con bota de forma progresiva y se inicia fisioterapia para ganar balance articular y fortalecer la extremidad.

A las 10 – 12 semanas postoperatorias se retira la bota y se inicia calzado de serie (puede usarse plantilla conformada según la deformidad residual). Se permiten ejercicios de bicicleta, piscina y caminar, según tolerancia. Se permiten ejercicios de impacto y carrera a partir de los 5-6 meses posoperatorios.

Conclusiones

En nuestra experiencia los aloinjertos de cresta iliaca tricorticales (tratados con Preservon) en cirugía de pie y tobillo nos han proporcionado las siguientes ventajas:

- Versatilidad en los diferentes procedimientos empleados en pie y tobillo infantil (pie plano, skewfoot, pie cavo, metatarso adductus).
- Disminución del tiempo quirúrgico.
- Evitar morbilidad de la zona donante.
- Integración comparable a los autoinjertos de cresta.
- Resistencia (escaso riesgo de fracturas en la preparación y en la impactación) y estabilidad adecuada (no extrusión sin necesidad de síntesis).
- No hemos observado casos de transmisión de enfermedades.

Como principal desventaja, podemos citar su superior coste económico.

Caso clínico 1

Edad: 14 años.

Diagnóstico: Pie plano valgo mediotarsiano con supinación antepié y equinismo gastrodependiente bilateral.

Tratamiento: Osteotomía de alargamiento de la columna externa tipo Mosca combinada con osteotomía de apertura dorsal del cuneiforme medial tipo Cotton y alargamiento del tríceps sural según Strayer bilateral. Separación de 6 meses entre la cirugía de pie izqdo y pie derecho) (figuras 19, 20, 21 y 22).



Figura 19. Imágenes clínicas preoperatorias. Pie plano valgo y abducto (Flecha: signo de muchos dedos).



Figura 20. Radiografías en carga preoperatorias. Pie plano mediotarsiano bilateral.



Figura 21. Imágenes clínicas tras 1 año de seguimiento postoperatorio. Valgo, abducto y plano corregidos.

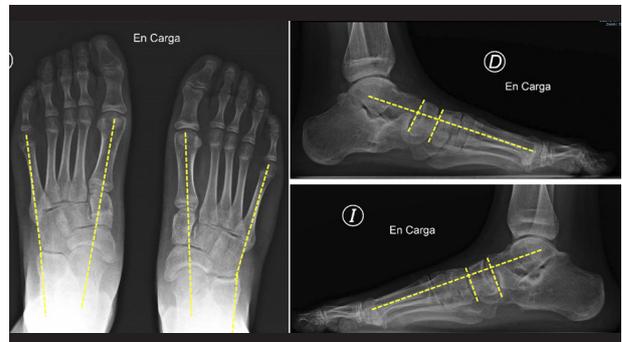


Figura 22. Radiografías posoperatorias en carga. Ejes corregidos y aloinjertos completamente integrados.

Caso clínico 2

Edad: 12 años.

Diagnóstico: Pie cavo varo anterointerno (descenso del primer metatarsiano) en hemiplejía derecha con pronación antepié y varo flexible delretropié (test de Coleman positivo). Acortamiento del tríceps sural no gastrodependiente y úlcera crónica bajo la cabeza del quinto metatarsiano.

Tratamiento: Osteotomía de apertura plantar del primer cuneiforme combinada con osteotomía de cierre dorsal en la base de primer metatarsiano (fijada con grapa). Se asocia transferencia de tendón tibial anterior al cuneiforme medio mediante túnel óseo y transferencia de peroneo lateral largo a corto, alargamiento fraccionado de tendón tibial posterior y alargamiento del Aquiles en Z (figuras 23, 24, 25 y 26).



Figura 23. Imágenes clínicas preoperatorias. Pie derecho equino cavo varo anterointerno post hemiplejía derecha. Úlcera bajo el quinto metatarsiano (en visión plantar).



Figura 25. Imágenes clínicas 1 año postoperatorio. Varo, aducto, cavo y equino corregidos. Úlcera solucionada.



Figura 24. Radiografía preoperatoria en carga del caso 2. Observar alteración de ejes en pie patológico (pie derecho) y comparación con pie sano (pie izquierdo).



Figura 26. Radiografías postoperatorias en carga. Ejes corregidos y aloinjertos completamente integrados.

Caso clínico 3

Edad: 11 años.

Diagnóstico: Skewfoot (o pie en serpiente: retropié plano valgo abducto con el medio y antepié aductos).

Tratamiento: Osteotomía de alargamiento de columna externa a nivel del calcáneo tipo Mosca combinada con osteotomía de apertura medial/dorsal del cuneiforme medial y alargamiento del tríceps sural según Strayer (figuras 27 y 28).

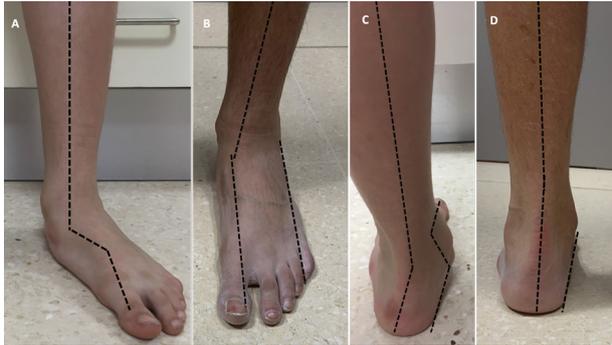


Figura 27. Imágenes clínicas preoperatorias (a,c) y posoperatorias (b,d). Skewfoot. Obsérvese la corrección de ejes clínicos del borde del pie.



Figura 28. Radiografías preoperatorias en carga (a,c) y postoperatorias (b,d). Skewfoot. Obsérvese la corrección de ejes radiográficos en dorsoplantar y lateral.

Caso clínico 4

Edad: 13 años.

Diagnóstico: Pie plano izquierdo semirrígido con deformidad severa en valgo, antepié abducto con supinación y tríceps sural corto gastrodependiente de etiología congénita/neurológica. Presenta sobrecobertura talonavicular y ápex de la deformidad se localiza en la zona medio-tarsiana.

Tratamiento: Osteotomía de apertura de la columna externa a través del cuboides (para evitar sobrecubrir más el astrágalo) combinada con osteotomía de deslizamiento medial del calcáneo (Koutsogiannis) y osteotomía de cierre plantar del cuneiforme medial (fijada con grapa). Se realizó también alargamiento de tríceps sural según Strayer (figuras 29, 30, 31 y 32).

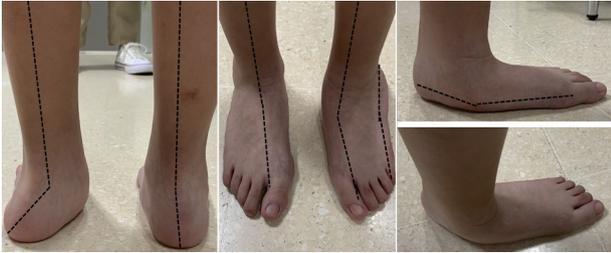


Figura 29. Imágenes clínicas preoperatorias. Pie izquierdo plano valgo abducto muy severo.



Figura 30. Imágenes intraoperatorias. (a) Apertura a través del cuboides y osteotomía de deslizamiento del calcáneo. (b) Injerto colocado en apertura de cuboides. Nota: alargamiento del peroneo lateral corto en Z.



Figura 31. Imágenes clínicas posoperatorias. 6 meses postoperatorio.



Figura 32. Radiografías preoperatorias en carga (a,c) y postoperatorias (b,d). Obsérvese la corrección de ejes radiográficos en dorsoplantar y lateral.

Bibliografía

1. Hyun Bae, MD; Neil Bhamb, MD; Linda E.A. Kanim, MA; Justin S. Field, M.D. Injertos óseos, proteínas morfogenéticas óscas y sustitutos de los huesos. *AAOS Comprehensive Orthopedic Review* 2. 2014. P 75-83.
2. Calori GM, Colombo M, Mazza EL, Mazzola S, Malagoli E, Mineo GV. Incidence of donor site morbidity following harvesting from iliac crest or RIA graft. *Injury*. 2014 Dec;45 Suppl 6:S116-20
3. Lajara Marco, F. Ojeda Thies, C. Gómez Vallejo, J. Tema: 12. Fracturas: concepto, proceso de consolidación, injertos y sutitutos óseos. Programa de Formación en Cirugía Ortopédica y Traumatología. 5ª Edición. Diciembre 2018.
4. Ng VY. Risk of disease transmission with bone allograft. *Orthopedics*. 2012 Aug 1;35(8):679-81
5. Moore MA. Inactivation of enveloped and non-enveloped viruses on seeded human tissues by gamma irradiation. *Cell Tissue Bank*. 2012 Aug;13(3):401-7
6. Samsell B, Softic D, Qin X, McLean J, Sohoni P, Gonzales K, Moore MA. Preservation of allograft bone using a glycerol solution: a compilation of original preclinical research. *Biomater Res*. 2019 Feb 13;23:5
7. Grier KM, Walling AK. The use of tricortical autograft versus allograft in lateral column lengthening for adult acquired flatfoot deformity: an analysis of union rates and complications. *Foot Ankle Int*. 2010 Sep;31(9):760-9
8. Vosseller JT, Ellis SJ, O'Malley MJ, Elliott AJ, Levine DS, Deland JT, Roberts MM. Autograft and allograft unite similarly in lateral column lengthening for adult acquired flatfoot deformity. *HSS J*. 2013 Feb;9(1):6-11
9. Cook EA, Cook JJ. Bone graft substitutes and allografts for reconstruction of the foot and ankle. *Clin Podiatr Med Surg*. 2009 Oct;26(4):589-605
10. Moore WR, Graves SE, Bain GI. Synthetic bone graft substitutes. *ANZ J Surg*. 2001 Jun;71(6):354-61
11. Matthews M, Cook EA, Cook J, Johnson L, Karthas T, Collier B, Hansen D, Manning E, McKenna B, Basile P. Long-Term Outcomes of Corrective Osteotomies Using Porous Titanium Wedges for Flexible Flatfoot Deformity Correction. *J Foot Ankle Surg*. 2018 Sep-Oct;57(5):924-930
12. Moore SH, Carstensen SE, Burrus MT, Cooper T, Park JS, Perumal V. Porous Titanium Wedges in Lateral Column Lengthening for Adult-Acquired Flatfoot Deformity. *Foot Ankle Spec*. 2018 Aug;11(4):347-356
13. Romeo G, Bianchi A, Cerbone V, Parrini MM, Malerba F, Martinelli N. Medial Cuneiform Opening Wedge Osteotomy for Correction of Flexible Flatfoot Deformity: Trabecular Titanium vs. Bone Allograft Wedges. *Biomed Res Int*. 2019 Mar 31;2019:1472471
14. Bourdet C, Seringe R, Adamsbaum C, Glorion C, Wicart P. Flatfoot in children and adolescents. Analysis of imaging findings and therapeutic implications. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013 Feb;99(1):80-7
15. Bergua-Domingo JM, García Paños JP, Knörr J. Actualización en el manejo del pie plano infantil. *Rev Pie Tobillo*. 2020;34(1):3-15
16. Mosca VS, Bevan WP. Talocalcaneal tarsal coalitions and the calcaneal lengthening osteotomy: the role of deformity correction. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 2012;94(17):1584-94.
17. Karamitopoulos MS, Nirenstein L. Neuromuscular Foot: Spastic Cerebral Palsy. *Foot Ankle Clin*. 2015 Dec;20(4):657-68
18. Mosca VS. Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot. Results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot. *J Bone Joint Surg Am*. 1995 Apr;77(4):500-12
19. Dunn SP, Meyer J. Displacement of the anterior process of the calcaneus after Evans calcaneal osteotomy. *J Foot Ankle Surg*. 2011 Jul-Aug;50(4):402-6
20. Ahn JY, Lee HS, Kim CH, Yang JP, Park SS. Calcaneocuboid Joint Subluxation After the Calcaneal Lengthening Procedure in Children. *Foot Ankle Int*. 2014 Jul;35(7):677-82
21. Cooper PS, Nowak MD, Shaer J. Calcaneocuboid joint pressures with lateral column lengthening (Evans) procedure. *Foot Ankle Int*. 1997 Apr;18(4):199-205
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 Feb;34(2):261-6
23. Siebert M, Hedrick BN, Zide JR, Thomas DM, Shivers C, Pierce WA, Kanaan Y, Harris MC, Riccio AI. Do We Really Need to Worry About Calcaneocuboid Subluxation During Lateral Column Lengthening for Planovalgus Foot Deformity? *J Pediatr Orthop*. 2021 Mar 1;41(3)
24. Tankson CJ. The Cotton osteotomy: indications and techniques. *Foot Ankle Clin*. 2007 Jun;12(2):309-15
25. Feng L, Sussman M. Combined Medial Cuneiform Osteotomy and Multiple Metatarsal Osteotomies For Correction of Persistent Metatarsus Adductus in Children. *J Pediatr Orthop*. 2016 Oct-Nov;36(7):730-5
26. Wan SC. Metatarsus adductus and skewfoot deformity. *Clin Podiatr Med Surg*. 2006 Jan;23(1):23-40
27. Lynch FR. Applications of the opening wedge cuneiform osteotomy in the surgical repair of juvenile hallux abducto valgus. *J Foot Ankle Surg*. 1995 Mar-Apr;34(2):103-23
28. Wicart P, Seringe R. Plantar opening-wedge osteotomy of cuneiform bones combined with selective plantar release and dwyer osteotomy for pes cavovarus in children. *J Pediatr Orthop*. 2006 Jan-Feb;26(1):100-8
29. Yarmel D, Mote G, Treaster A. The Cotton osteotomy: a technical guide. *J Foot Ankle Surg*. 2009 Jul-Aug;48(4):506-12
30. Wei B, Lau BC, Amendola A. Surgical Anatomy of the Medial Cuneiform (Cotton) Osteotomy. *Foot Ankle Orthop*. 2019 Nov 7;4(4)



Avda. Jardín Botánico 1345. Silos del Intra
33203 Gijón. España
T: +34 985 195 505 F: +34 985 373 452

www.mbainstitute.eu



MBA INCORPORADO, S.L.

