

# CURSO DE INSTRUCCIÓN

## Astrágalo vertical congénito: protocolo terapéutico

Dr. Gabriel Ochoa del Portillo\*

\* Profesor asistente, Posgrado de Ortopedia y Traumatología, Universidad El Bosque. Profesor asistente, Especialización en Cirugía Ortopédica y Traumatología, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Ortopedista infantil adscrito, Hospital Infantil Universitario de San José, Bogotá, Colombia.

Correspondencia:

Dr. Gabriel Ochoa del Portillo

Cra. 13 No. 49-40 Cons. 515, Clínica de Marly, Bogotá, Colombia.

Tel. (571) 2321602, 3436600 Ext. 1519-1520

gajo50@hotmail.com

Fecha de recepción: 25 de agosto de 2011

Fecha de aprobación: 14 de noviembre de 2011

### Resumen

El astrágalo vertical congénito es una deformidad infrecuente del pie que se presenta al nacimiento y que se caracteriza por un pie plano rígido asociado a una luxación irreductible del escafoides sobre el astrágalo, que puede tener grados variables de rigidez. Esta deformidad, de no ser tratada, produce dolor e incapacidad funcional para la marcha. El diagnóstico es clínico y se confirma mediante estudios radiográficos, principalmente dinámicos, que demuestran la irreductibilidad de la luxación de la articulación astrágalo-escafoidea. Por la gran diversidad de factores etiológicos capaces de producir la deformidad, por la rigidez y la complejidad de los cambios morfo-mecánicos, se han diseñado a lo largo de la historia gran cantidad de tratamientos, la mayoría de ellos con resultados reportados como aceptables en series de casos de revisiones retrospectivas con escasa cantidad de pacientes. Se propone un protocolo de tratamiento racional, enfocado a grupos de edad en los cuales la deformidad, asociada a deformación ósea adaptativa, se estructura progresivamente y que puede proporcionar resultados más favorables a largo plazo, cuando están indicadas las cirugías extensas.

**Palabras clave:** astrágalo vertical congénito, pie plano, etiología, genética, terapéutica.

[*Rev Col Or Tra* 2012; 26(1):]

### Abstract

Congenital vertical talus is a rare deformity of the foot that is present at birth and is characterized by a rigid flat foot produced by an irreducible dislocation of the navicular and the talus. Without a treatment, the deformity itself will cause a functional disability as a result of a painful stance phase during walking. The diagnosis is usually performed by a physical exam of the patient and confirmed by dynamic x-ray films, where the irreducible dislocation of the talus-navicular joint should be showed. Because of the existence of many different etiological factors, variable degrees of rigidity, and complexity of morphological and mechanical changes in the foot, a large number of treatments had been designed to treat it. Most of them with acceptable results as they were previously reported on many case series, almost all with a small number of patients. Herein, we propose a rationale for treatment, mainly based on age group classification of the pathology, whereas the deformity will progressively become rigid, and where further adaptive bone deformities will along time be developed and considered. Hopefully, this rationale for treatment may provide favorable long-term results beneath each group, specially when an extensive surgery will have to be performed.

**Key words:** Vertical talus, congenital, flatfoot, etiology, genetics, therapeutics.

[*Rev Col Or Tra* 2012; 26(1):]

## Introducción

El astrágalo vertical congénito (AVC) es un trastorno poco común del pie, que se manifiesta como un pie plano rígido en mecedora. Su característica radiográfica es una luxación dorsal del escafoides sobre el astrágalo. Si se deja sin tratamiento, el AVC se convertirá en un pie plano doloroso y rígido, con débil generación de energía para el empuje en la fase de despegue durante la marcha. El AVC ha sido referido en la literatura por varios sinónimos, incluyendo pie plano valgo convexo (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

El AVC aparece en la literatura médica en 1910 cuando Henken publica el primer reporte de esta patología. Con la deformidad se suceden gran cantidad de cambios anatómopatológicos, centrándose la deformidad en la luxación rígida de la articulación astrágalo-escafoidea que con el tiempo se deforma, acompañada de retracciones musculotendinosas, ligamentosas y capsulares dorsales que dan al pie la clásica deformidad en mecedora. Con el paso del tiempo estos cambios se hacen rígidos y las retracciones de las partes blandas se transforman en cambios adaptativos óseos, con la consiguiente aparición del dolor durante la marcha (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20).

Por la gran diversidad de factores etiológicos capaces de reproducir la deformidad, por la rigidez y la complejidad de los cambios, se han diseñado a lo largo de la historia gran cantidad de tratamientos, la mayoría de ellos con resultados reportados como aceptables en series de casos de revisiones retrospectivas con escasa cantidad de pacientes. El manejo actual con yesos correctores tipo Ponseti invertido, asociados a cirugías mínimamente invasivas, parece ofrecer resultados más aceptables cuando dicho manejo se inicia en edades tempranas (21, 22, 23, 24, 25).

El tratamiento cerrado, que consiste en manipulación y enyesado, fue la primera forma de tratamiento del AVC. Algunas veces se empleaban adicionalmente cirugías mínimas (26).

Bhaskar describe una técnica quirúrgica utilizada para el manejo de AVC idiopático en 4 pies, similar a la técnica de Ponseti para el pie equino varo congénito, salvo que las fuerzas aplicadas eran en dirección inversa (22, 23). Thomson y cols. describen su experiencia en 4 pies que fueron tratados mediante manipulación y serie de yesos, tenotomía del Aquiles y colocación de clavos percutáneos de la articulación astrágalo-escafoidea (27). Para Thomson, la corrección de la deformidad del antepié requiere de 4 a 6 aplicaciones de yeso.

Una vez que el astrágalo y el escafoides se alinean, realiza bajo anestesia la fijación de la articulación astrágalo-escafoidea con un clavo de Kirschner percutáneo y la tenotomía del Aquiles, seguidos de la colocación de un yeso con el pie en mínima flexión dorsal. Después del tratamiento, el ángulo astrágalo-calcáneo disminuyó en promedio de 70° a 31° y el ángulo promedio del eje del astrágalo-base del primer metatarsiano (TAMBA) se redujo de 60° a 10,5° (22).

La tendencia a realizar menos cirugía para el manejo del AVC continuó con Dobbs y cols. quienes publicaron su técnica de enyesado, enclavijamiento percutáneo de la articulación astrágalo-escafoidea con clavo de Kirschner y tenotomía percutánea del Aquiles (24, 25). A ningún paciente se le realizaron liberaciones extensas, aunque algunos de ellos requirieron de alargamiento del tibial anterior o del tendón peroneo lateral corto. El enyesado sin enclavijamiento de la articulación astrágalo-escafoidea se asoció con recurrencia de la deformidad (27).

En 1985 Walker, Ghali y Silk describieron una corrección quirúrgica en dos tiempos (28). En el primer tiempo realizaban manipulación e inmovilización en equino e inversión y si se lograba la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea, lo cual rara vez ocurría, la inmovilización se prolongaba por lo menos hasta por 8 meses. Cuando no era posible lograr la reducción, realizaban una liberación anterolateral de la articulación astrágalo-escafoidea mediante un abordaje dorsolateral, que consistía en la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea con alargamiento del extensor largo de los dedos, de los peroneos y del tibial anterior. Posteriormente, se inmovilizaba la extremidad durante 8 meses en posición de equino e inversión hasta lograr la estabilización de la articulación astrágalo-escafoidea. El segundo tiempo consistía en el alargamiento del tendón de Aquiles asociado a capsulotomía posterior y división de la sindesmosis tibioperonea inferior, obteniendo según ellos buenos resultados.

Seimon en 1987 describió un abordaje dorsal de una sola etapa en la que realizaba tenotomía del extensor largo del hallux y del peroneo tertius con liberación de la articulación astrágalo-escafoidea (29). Se reducía la articulación astrágalo-escafoidea y se mantenía la reducción mediante un clavo de Kirschner. El tendón de Aquiles se alargaba por vía percutánea. Stricker y Rosen publicaron su experiencia con esta técnica, al igual que Mazzocca y asociados. Ambos grupos señalaron excelentes resultados con pocas complicaciones (27, 30).

Mazzocca y cols. en el 2001 compararon el abordaje único dorsal de Seimon con los abordajes de múltiples incisiones, concluyendo que ambos procedimientos eran capaces de reducir la articulación astrágalo-escafoidea, pero el procedimiento en una sola etapa con abordaje dorsal requería menor tiempo quirúrgico, obtenía mejor puntaje clínico y presentaba menor número de complicaciones como reintervención y necrosis avascular del astrágalo (27).

Saini y cols. informaron sobre su experiencia quirúrgica con 20 casos de AVC mediante un abordaje dorsal. Según los autores, la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea se logró en los 20 pies y los ángulos posoperatorios astrágalo-calcáneo y astrágalo-primer metatarsiano mejoraron significativamente. Los resultados se mantuvieron durante 4 años de seguimiento (31).

Lamy y Weissman recomendaron la extirpación del astrágalo, mientras que Eyre-Brook recomienda la ablación del escafoides (12, 32). Hoy en día, ninguna de estas técnicas es aceptada como un tratamiento definitivo.

Varios autores, a partir de Osmond-Clarke, Herndon y Heyman y Coleman y cols., describen la cirugía reconstructiva por etapas, mediante dos incisiones (25, 33, 34). La primera etapa del procedimiento de Coleman consiste en alargar el extensor largo de los dedos, el extensor largo del hallux y el tibial anterior, con capsulotomías de las articulaciones astrágalo-escafoidea y astrágalo-calcánea y la liberación del ligamento interóseo astrágalo-calcáneo. La segunda etapa consiste en el alargamiento del tendón de Aquiles y capsulotomía posterior de las articulaciones del tobillo y subastragalina.

Después de observar una alta incidencia de complicaciones con la técnica de dos etapas, Ogata y cols. recomendaron un procedimiento de una sola etapa con un abordaje interno (35). Kodros y Dias publicaron los resultados obtenidos al utilizar un abordaje en una sola etapa con la incisión de Cincinnati. No reportaron ninguna complicación de la herida quirúrgica o de necrosis avascular y las mediciones radiográficas posoperatorias después de 7 años de seguimiento en promedio se encontraron dentro de límites normales (36).

La experiencia mundial es escasa, lo cual confirma que la patología es infrecuente. Esta condición hace que el manejo del AVC sea diverso, sin que exista consenso sobre un protocolo terapéutico que garantice ante la evidencia médica los mejores resultados. Existe, como ya se ha visto, diversidad de abordajes terapéuticos y diversidad de abordajes quirúrgicos, lo cual lleva a resultados impredecibles (tabla 1).

Tabla 1. Experiencia mundial en el manejo del AVC (37).

Autor	Seguimiento (fecha)	Experiencia (años)	Número de casos
Sonnenburg	1932-1941	10	12
Hark	1936-1950	14	12
Osmond-Clarke	1956	No reporta	5
Lloyd Roberts, Spence	1958	No reporta	22
Herndon, Heyman	1963	33	18
Silks, Leeds, Wainwright	1963	33	18
Storen	1965	No reporta	10
Eyre-Brook	1967	No reporta	4
Harrold	1967	No reporta	8
Colton	1973	No reporta	7
Clark, D'Ambrosia, Ferguson	1977	No reporta	12
Ogata, Shoenecker, Sheridan	1979	No reporta	36
Fitton	1979	No reporta	6
Jacobsen-Crawford	1983	No reporta	11
Walker, Ghali, Silk	1985	No reporta	10
Seimon	1987	5,2	7
Stricker, Rosen	1997	No reporta	13
Mazzocca	1960-1998	38	24
Kodros-Dias	1999	No reporta	41
Dobbs	2006	No reporta	11
Bhaskar	2008	No reporta	4

No existen publicaciones a nivel nacional que muestren la experiencia en Colombia sobre el diagnóstico y manejo de esta entidad. En 1987, Ochoa y Restrepo realizaron una revisión del manejo quirúrgico del AVC en el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt, con el fin de evaluar resultados y generar un consenso sobre los procedimientos quirúrgicos practicados para establecer un protocolo unificado del manejo de esta entidad (37). Encontraron en un periodo de revisión de 35 años (entre 1952 y 1987) un total de 12 casos (16 pies) de pacientes que habían sido sometidos a distintos procedimientos quirúrgicos y con distintos abordajes quirúrgicos.

Aplicando la escala de evaluación propuesta en ese entonces por Walker, Ghali y Silk, que califica 4 aspectos importantes —función, apariencia, movilidad y radiología (28)—, se obtuvo una calificación general de buenos resultados del 56,3 % en los 16 pies tratados hasta 1987. Este resultado

se encontraba por debajo de los reportados por los autores mencionados, que mostraron buenos resultados en el 80 % de los casos y que compararon con los buenos resultados del 60 % al 70 % que habían sido informados hasta ese entonces en la literatura mundial con otros protocolos de manejo. Esto hizo pensar que el protocolo terapéutico descrito por Walker y cols. se acercaba a un nivel superior de efectividad, por lo cual se implementó este tipo de tratamiento en el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt en el siguiente grupo de pacientes, a partir de 1987, con algunas modificaciones a la técnica original; principalmente, se realizaba en un solo tiempo quirúrgico con dos abordajes (posterior y dorsolateral) con el concepto de que debería liberarse el calcáneo de su posición equina rígida para favorecer el transporte del astrágalo sobre el calcáneo, restituyendo la adecuada relación articular subastragalina, lo cual debía permitir que una vez reducido el escafoides frente al astrágalo esta reducción se mantuviera estable y congruente por la misma estabilización conseguida del astrágalo sobre el calcáneo.

En 1994 Ochoa volvió a recopilar toda la información de casos clínicos, tanto los antiguos (que habían sido previamente revisados en el periodo comprendido hasta 1987) como los nuevos casos (hasta 1994) encontrando 28 casos (36 pies), lo cual significaba 16 nuevos casos clínicos en 20 pies, en un periodo de 7 años (37).

En este segundo grupo de casos clínicos (entre 1987 y 1994) sometidos al protocolo modificado de manejo propuesto por Walker y cols. se obtuvo un 83,4 % de buenos resultados, con lo cual se superaba la calificación de los resultados del periodo comprendido entre 1952 y 1987. Esta experiencia nacional fue reportada en el Congreso Nacional de la Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología, SCCOT, reunido en la ciudad de Cartagena de Indias en 1998. Igualmente, se presentó un protocolo de tratamiento para el manejo del astrágalo vertical congénito aplicado a grupos de edad y al carácter de la deformidad (idiopática o teratogénica), que había sido implementado durante los años 1987 a 1994 (37).

Estos resultados se habían evaluado utilizando la escala propuesta por Walter, Ghali y Silk. En este escenario se concluyó que los resultados obtenidos fueron superiores a los encontrados previamente, con la diversidad de abordajes terapéuticos y quirúrgicos, utilizando el protocolo de tratamiento antes mencionado.

Ochoa, en 2004, presenta a la comunidad ortopédica colombiana durante las Terceras Jornadas de Actualización

—Nuevas Visiones en Ortopedia Infantil— del Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt, en la ciudad de Bogotá en el año 2005, 5 nuevos casos (5 pies) manejados entre 1994 y 2004 utilizando el mismo protocolo terapéutico presentado en 1998 y con los mismos parámetros de evaluación propuestos por Walker, Ghali y Silk con buenos resultados en el 84,2 % de los casos (37).

En el 2010 Mantilla y Ochoa publican 7 nuevos casos clínicos con 9 pies intervenidos quirúrgicamente en el periodo comprendido entre 2004 y 2010, utilizando el mismo protocolo terapéutico propuesto y aplicando los mismos parámetros de evaluación, con similares resultados satisfactorios (37) (tabla 2).

En el año 2011 en el Hospital Infantil Universitario de San José, Bogotá, Colombia, aparecen 2 nuevos casos bilaterales (4 pies) que no se incluyen en el presente informe, uno por encontrarse aún en seguimiento clínico y el otro porque uno de los pies está cursando posoperatorio.

Tabla 2. Experiencia nacional en el manejo del AVC (37).

Autor	Seguimiento (fecha)	Experiencia (años)	Número de casos	Número de pies
Restrepo, Ochoa	1952-1987	35	12	16
Ochoa	1987-1994	7	16	20
Ochoa	1994-2004	10	5	5
Mantilla, Ochoa	2004-2010	6	7	9
<b>Total</b>	Casos totales	58	40	50
	Casos desde 1987	23	28	34

## Epidemiología

El astrágalo vertical congénito (AVC) se define como una luxación dorsal irreductible y rígida del escafoides sobre el astrágalo. Si se puede reducir el escafoides en la radiografía lateral con máxima flexión plantar, se considera como un talo oblicuo, el cual es mejor tratado mediante alargamiento del tendón de Aquiles y el uso de soporte ortésico (27).

Se trata de una deformidad rara, que se presenta desde el nacimiento con una incidencia de 1 en 10 000. Joachimsthal anota que de todas las deformidades del pie el astrágalo vertical congénito corresponde al 4,3 %. Jacobsen y Crawford

han estimado la incidencia del AVC como una décima parte de los casos de pie equino varo congénito (14).

En el 50 % de los casos la deformidad se presenta de forma aislada o individualizada, mientras que el otro 50 % de los casos se encuentran asociados a otras alteraciones (28, 29, 31, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50).

En el 50 % de los casos la patología se considera bilateral (28, 31, 39, 40, 41, 46, 47, 50). Jacobsen en 1983 encontró que aproximadamente el 33 % de los pacientes presentaban compromiso de la extremidad inferior derecha, estando afectada la extremidad inferior izquierda en el 10 % de los casos (14).

Inicialmente, se pensó que la patología era más frecuente en varones; sin embargo, hoy se considera que la deformidad puede estar presente en ambos sexos por igual (28, 29, 40, 44, 48).

La prevalencia de esta rara patología es desconocida tanto a nivel mundial como en Colombia, debido a su asociación a múltiples síndromes, muchos de ellos con una expectativa de vida variable (37).

## Etiología

La etiología es desconocida, pero el astrágalo vertical congénito con frecuencia se relaciona con una amplia variedad de trastornos neuromusculares. Ogata y cols. propusieron un sistema de clasificación del AVC que divide a los pacientes en 3 grupos: idiopático, genético/sindrómico y neuromuscular (35).

Existen teorías entre las cuales se incluye el aumento de la presión intrauterina con la resultante contractura tendinosa. Otra teoría es el arresto en el desarrollo evolutivo del pie entre las semanas 7 y 12 de gestación.

En los casos idiopáticos se ha reportado hasta un 12-20 % con patrón de herencia familiar dominante en genes como el HOXD10, involucrado en el desarrollo de las extremidades. También se ha implicado en algunas familias numerosas el gen GDF5 (proteína-1 morfogenética derivada de cartílago). Podría darse por agentes teratogénicos (da Paz y de Souza, 1978; Wirth, 1994) (51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61).

Actualmente se considera la etiología del astrágalo vertical congénito como desconocida, pero en forma general

puede entenderse como una entidad idiopática o asociada a anomalías neuromusculares.

### Idiopático

La forma idiopática, es decir, como deformidad aislada y desconocida representa el 50 % de los casos. Se desconoce si la anormalidad primaria tiene su origen en el músculo, el hueso, en los nervios o en el tejido vascular, aunque se tiende a categorizar cada día más como resultante de un desorden genético gracias a la observación de historia familiar en el 12-20 % de estos casos, cifra que Merrill en el 2010 reporta hasta de un 20 % con historia familiar en primer y segundo grado (57). Otros casos se explicarían por el desequilibrio muscular con debilidad de la musculatura intrínseca del pie por desordenes aún no definidos (62).

### Desequilibrio muscular

Merrill y cols. en el 2010 publican un estudio donde analizan las anomalías genéticas como factor etiológico del AVC, realizándoles biopsia de tejido muscular a 13 pacientes, tomadas del abductor hallucis, y comparándolas con muestras de especímenes tomados de autopsia de pacientes de la misma edad fallecidos sin desórdenes neuromusculares (57). De los 13 pacientes, 6 tenían AVC de origen desconocido (idiopático). Observaron en todas las muestras anormalidades morfológicas del músculo. En los 6 casos idiopáticos el hallazgo más importante fue la variación anormal del tamaño de la fibra muscular con fibras tipo I más pequeñas, lo que sugiere la anormalidad muscular esquelética como factor etiológico, aunque en ningún paciente se observó debilidad generalizada o compromiso de los miembros superiores, que sería lo esperado con este tipo de alteración. Este hallazgo patológico de la composición muscular puede observarse en la artrogrifosis tipo I, por lo cual podrían relacionarse también las formas idiopáticas de AVC con formas muy leves y localizadas de esta patología. También se observaron alteraciones de las fibras musculares en pacientes con mielomeningocele, en cuyo caso correspondían a lesiones crónicas de desnervación con reinervación. Se encontró también en este estudio relación de AVC con pie equino varo en 10 pacientes; en la mayoría de estos últimos casos se vio que el pie izquierdo estaba afectado por AVC y el derecho, por pie equino varo congénito.

### Anormalidades neuromusculares

En el 50 % de los casos de astrágalo vertical congénito la alteración hace parte de otras patologías; las formas más rígidas se asocian a defectos del sistema nervioso central, anomalías musculares, deformidades adquiridas donde

juega un papel importante el desequilibrio muscular y condiciones genéticas como las trisomías (63).

### **Defectos del sistema nervioso central**

El mielomeningocele es la causa más grave de disrafismo en la columna vertebral y se da con una incidencia de 1 por cada 1000 nacidos vivos. La etiología es desconocida, pero existe una predisposición genética. En el 75 % de los casos se localiza en la región lumbosacra y en el 80 % de los casos se asocia a hidrocefalia, que produce disfunción de muchos órganos y de los miembros inferiores con desequilibrio muscular, caso en el cual puede determinar un astrágalo vertical congénito. Sharrad menciona que el 10 % de los pacientes con mielomeningocele suelen presentar AVC (62, 64).

La artrogriposis es un término que define la presencia de múltiples contracturas articulares desde el nacimiento. Es producida por alrededor de 150 síndromes distintos, muchos de ellos de origen nervioso central. Aunque el 40% de los casos corresponde a amioplasia, el músculo está comprometido y se sustituye parcial o totalmente por grasa y tejido fibroso.

Las formas de presentación asociadas a mielodisplasia son de comportamiento más rígido. Pueden asociarse a paresia del músculo tibial posterior y ausencia de los músculos plantares intrínsecos, lo cual puede predisponer al desarrollo de un pie plano rígido como el AVC. El éxito del tratamiento se basa en la consecución del equilibrio muscular (8, 56, 57, 65).

### **Anormalidades musculares**

Drennan, en 1995, asoció la presencia de AVC con deformidades musculares. Describió la presencia de una banda isquicalcánea que es un raro primordio o esbozo muscular fibroso que se origina en el isquion, se extiende a lo largo del espacio poplíteo y se une distalmente a la aponeurosis del tríceps sural, produciendo contractura en flexión de la rodilla y flexión plantar del tobillo (66).

La retracción del tríceps sural, tibial posterior y plantiflexores intrínsecos crea un desequilibrio muscular de predominio flexor plantar y determina la orientación equina del retropié. En caso de retracción del tríceps sural, se acompaña de deformidad en flexión de la rodilla (66).

### **Deformidades adquiridas**

Se puede encontrar también astrágalo vertical secundario en casos de retracciones de tejidos blandos y musculares, como secuelas de quemaduras de tercer grado. Jackson en 1978 reportó 2 casos de astrágalo vertical secundario por esta causa (10).

La hipercorrección en el tratamiento del pie equino varo congénito reproduce la deformidad observada en el AVC (67).

En el 50 % de los casos, el astrágalo vertical congénito hace parte de otras patologías. Entre estas se encuentran los defectos del sistema nervioso central como mielomeningocele, artrogriposis, diastematomelia, agenesia sacra, lipoma de la cauda equina y neurofibromatosis, entre otras. También las anomalías musculares como la banda isquicalcánea y las contracturas del tríceps sural, tibial posterior y de los plantiflexores intrínsecos (57, 59, 62, 64).

Puede formar parte de deformidades adquiridas como la parálisis cerebral, la poliomielitis y la atrofia espinal, donde juega un papel importante el desequilibrio muscular (62, 63).

Se asocia también a algunas condiciones genéticas como las trisomías (síndrome de Patau, de Edwards y el síndrome de Down) y a otros síndromes como Freeman-Sheldon, Smith-Lemi-Opitz, Marfan, Pterigium múltiple o síndrome de Escobar, Hurler, De Barsy, Uña-rótula y Eagle-Barret, entre otros (61).

## **Fisiopatología**

La característica distintiva de la deformidad del AVC es una luxación dorsal irreductible y rígida del escafoides sobre el astrágalo. Seimon sugirió la hipótesis de que una contractura posterior del tendón de Aquiles lleva a equino del calcáneo, lo cual incrementa la verticalidad del astrágalo, mientras que la contractura del músculo extensor largo de los dedos (y a veces del extensor largo del hallux y del tibial anterior) hala al escafoides sobre el dorso del astrágalo (29).

Specht, en 1975, publicó un estudio sobre los cambios anatómicos que ocurren en el astrágalo vertical congénito, los cuales se presentan a continuación (63).

### **Apariencia clínica**

En el astrágalo vertical congénito o “pie en mecedora”, se encuentra equino rígido del retropié, con el mediopié y el antepié en posición de dorsiflexión en relación al retropié. Hay contractura de todas las estructuras y tejidos dorsales del mediopié. Frecuentemente, distal a las articulaciones metatarsofalángicas no hay compromiso importante. El movimiento de la articulación del tobillo es mínimo y es evidente el bloqueo cuando se intenta la dorsiflexión pasiva. El mediopié es excesivamente móvil hacia la dorsiflexión, con la presencia de una luxación irreductible con las maniobras de plantiflexión del mediopié con respecto al retropié. La

movilidad de la articulación subastragalina es normal (1, 3, 5, 7, 11).

### Cambios en tejidos blandos

Las disecciones realizadas en los grupos musculares y sobre los tendones de la pierna de pacientes con AVC demostraron solo la subluxación anterior de los tendones peroneo corto y peroneo largo. Además, se apreció hipoplasia del surco de los peroneos a nivel del maléolo lateral y el retináculo peroneal superior se encontró hipotrófico (68).

Hay acortamiento relativo de los músculos del compartimiento anterior, tibial anterior y extensor común de los dedos. También hay contractura del tríceps sural con inserción anómala en el calcáneo. Algunos autores sugieren un desequilibrio muscular entre los grupos musculares invertores y evertores. El retináculo extensor se encuentra retraído de manera importante (57).

El cambio más importante encontrado por Specht en sus disecciones fue la ausencia casi completa de la musculatura intrínseca del pie, de forma más severa en la musculatura plantar, en la cual los músculos estaban reemplazados por tejido fibroso-adiposo (63). El remanente muscular encontrado estaba elongado por la convexidad plantar de los huesos del tarso y del metatarso. Se describe también la ausencia de la musculatura intrínseca del pie y la ausencia del extensor corto de los dedos. Los nervios plantares no fueron visualizados durante la disección.

La cápsula anterior del tobillo y la porción anterior del ligamento deltoideo (tibio-escafoideo) presentan una contractura severa, haciéndose difícil la distinción de la cápsula dorsal de la articulación astrágalo-escafoidea con respecto a las estructuras anteriores del tobillo (69).

Estas estructuras se encuentran en muy estrecha relación con el dorso del astrágalo. El ligamento calcáneo-escafoideo se encuentra adelgazado siendo incapaz de soportar el cuello del astrágalo. El retináculo dorsal está engrosado y acortado actuando como un fulcro, ofreciendo ventaja mecánica extensora (27).

### Huesos y articulaciones

El escafoides se encuentra luxado dorsolateralmente y está rotado cerca de 90° hacia la región posterolateral con respecto a su posición habitual, con forma de cuña y con hipoplasia plantar, reposando sobre una depresión anormal en la superficie dorsal del cuello del astrágalo, con presencia de cartílago articular dorsal en el astrágalo especialmente en

su parte más lateral, por lo que es considerada para algunos autores como una pseudofaceta articular que produce bloqueo mecánico para la dorsiflexión del tobillo (5, 7, 10).

El área inferointerna de la cabeza del astrágalo está adelgazada. Hay flexión plantar del astrágalo dentro de la mortaja tibioperonea, es decir, se encuentra en posición vertical estando en contacto con la tibia solo el tercio más posterior del domo del astrágalo, el cual se encuentra generalmente deformado. El sustentaculum tali es hipoplásico, con ausencia o reemplazo fibroso de las facetas subastragalinas anterior e interna. La faceta posterior se encuentra con inclinación externa. El cuboides puede estar hipoplásico y lateralizado (2, 3, 4, 5, 6, 8, 10).

Con el tiempo estas deformidades se hacen más pronunciadas y rígidas y se observan cambios adaptativos en los huesos del tarso.

Los movimientos dorsales son resistidos normalmente por la musculatura intrínseca plantar. Como ya se describió, por su hipotrofia, en esta patología son estos músculos quienes permiten la luxación dorsal del antepié y de la articulación astrágalo-escafoidea por acción del tibial anterior. El pie deja entonces de actuar en conjunto como un todo ante los movimientos en los distintos segmentos permitiendo que el calcáneo se vaya en equino acompañado del escafoides (3, 5, 8, 10).

### Signos y síntomas

El pie plano es una de las condiciones más frecuentes por las cuales son llevados los niños a la consulta. El examinador debe explorar la flexibilidad o rigidez de la deformidad específica y evaluar si el pie plano rígido es o no doloroso. Estas características son fundamentales en la toma de decisiones sobre un manejo definitivo (2, 4, 7, 11, 27).

Clínicamente se ha descrito como pie en “zapatilla persa”, pie en “mecedora” o pie en “balancín” por la convexidad de la planta del pie, en el cual se evidencia la columna lateral abducida, la columna medial alargada, convexa y con la cabeza del astrágalo palpable (figura 1). Hay equino y valgo del retropié, se forma una depresión a nivel del seno del tarso y se palpa vacío que no desaparece con la manipulación alrededor del escafoides en el dorso del pie, por la luxación de este último justo donde estaría ubicado el cuello del astrágalo; este es un hallazgo importante para diferenciarlo de la deformidad calcáneo-valgo del pie, que es mucho más frecuente (3, 4, 5, 6, 8, 11, 27).



Figura 1. Convexidad de la planta del pie en el AVC.

La pronación, abducción y dorsiflexión del antepié se produce a nivel de la articulación mediotarsiana, con deformidad en garra y extensión o elevación de los artejos. La garra de los artejos se sucede como una hiperactividad de los flexores propios e intrínsecos del pie para compensar la deficiencia plantiflexora del antepié (37).

La deformidad no corrige con la manipulación debido a la contractura de los ligamentos, de las cápsulas y de los tendones.

La patología no retrasa el desarrollo de la bipedestación y la marcha. Se observa marcha torpe en circunducción, con limitado despegue en el antepié y formación de callosidades por el apoyo bajo la cabeza prominente del astrágalo. El talón no contacta con el suelo durante el apoyo, el uso de calzado es dificultoso y la aparición del dolor es inevitable (27, 37).

Siempre hay que descartar la presencia de otras anomalías congénitas o patologías asociadas en los raros casos en los cuales consulta por primera vez por la deformidad del pie; nunca se debe dejar de valorar la columna (8, 68, 70).

La luxación rígida e irreductible de la articulación astrágalo-escafoidea es la característica del astrágalo vertical congénito. Son comunes las contracturas del tendón de Aquiles, del extensor largo de los dedos y de la cápsula dorsal y anterior de la articulación astrágalo escafoidea. En los pies con mayor compromiso o en niños mayores están presentes más contracturas y deformidades (por ejemplo, las contracturas anteriores del tibial anterior y del extensor largo del hallux, las contracturas anterolaterales del peroneo tertius y del retináculo inferior del tobillo, las contracturas

laterales del peroneo lateral largo y corto y del ligamento calcáneo-peroneo y las contracturas posteriores de la articulación tibio-astragalina) (3, 4, 5, 6, 8, 11, 27, 37).

Coleman dividió el AVC en 2 tipos: el tipo 1 estaba asociado con luxación calcáneo-cuboidea y el tipo 2 no lo estaba. Esta diferencia es clínicamente importante porque en el tipo 1 la deformidad es más rígida y debe prestarse especial atención a la liberación de la articulación calcáneo-cuboidea (26).

## Clasificación

Se han propuesto diferentes esquemas de clasificación a lo largo del tiempo, ya sean basados en las anomalías anatómicas o en las entidades asociadas y otras relacionadas de acuerdo a su presentación clínica.

Es importante mencionar que aunque el diagnóstico clínico predominante en un pie con AVC es la rigidez, hoy se acepta que pueden existir pies con comportamiento clínico flexible, pero con luxación astrágalo-escafoidea irreductible o parcialmente reductible. Estos pies, que no son controlados con el uso de ortesis o con alargamiento aislado del tendón de Aquiles, también deben ser considerados como AVC (37). En su clasificación, Kumar lo menciona en 1982 como una deformidad flexible y Bleck y Berzins lo clasifican como talo flexible en plantiflexión, aunque este último es considerado como talo oblicuo cuando la luxación astrágalo-escafoidea no está presente o es reductible (37).

Coleman (26) propuso la clasificación en 2 tipos: 1) luxación astrágalo-escafoidea aislada y 2) luxación astrágalo-escafoidea y calcáneo-cuboidea.

Ogata y Schoenecker (35) dividieron el astrágalo vertical en 3 grupos: 1) idiopático sin diagnósticos asociados, 2) asociado a otras anomalías pero sin déficit neurológico y 3) asociado a desórdenes neurológicos.

Hamanishi (47) clasificó la patología en 5 grupos: 1) defectos del tubo neural o anomalías espinales, 2) desórdenes neuromusculares, 3) síndromes productores de malformación, 4) aberraciones cromosomales y 5) idiopático.

Bleck y Berzins clasifican el pie plano en: 1) talo flexible en plantiflexión, 2) talo rígido en plantiflexión, 3) desviación interna astrágalo-escafoidea, 4) pie serpenteado con metatarso aducto y 5) calcáneo equino. En este grupo el astrágalo vertical congénito corresponde al denominado pie talo rígido en plantiflexión (37).

En 1982, Kumar presenta una clasificación bastante confiable y aceptada para denominar las distintas categorías de la deformidad (37):

- Grupo I: deformidad flexible
- Grupo II: deformidad rígida
- Grupo III: asociado a trisomía 13-15 o 18
- Grupo IV: neurogénica

Como se mencionó antes, la importancia de la clasificación de Kumar se basa en que se acepta que la deformidad estructural del astrágalo vertical congénito no siempre tiene una presentación rígida, sino que existen casos donde la deformidad, a pesar de ser flexible, es severa y el astrágalo permanece luxado en posición vertical irreductible.

## Estudios imaginológicos

Los estudios radiográficos deben ser realizados en proyecciones anteroposterior y lateral del pie en posición neutra para los niños menores aún no caminadores y en posición de pie para los niños mayores (5, 7, 12, 14, 15, 17, 20, 21, 22, 24, 26, 28, 29, 32, 37, 38, 43, 49, 66).

En el neonato por estudio radiológico solo son visibles algunos núcleos del pie, lo que hace difícil un diagnóstico imaginológico. En el nacimiento la tibia, los metatarsianos y las falanges están osificados y la osificación del retropié está confinada a núcleos redondeados. El astrágalo es excéntrico y comienza a osificarse en la semana 28 de gestación y el calcáneo comienza su osificación en la semana 23 de gestación. El cuboides se osifica a partir del sexto mes de vida, mientras que las cuñas y el escafoides se osifican entre los 2 y 3 años respectivamente, siendo la cuña lateral la primera en aparecer.

Es importante conocer estos datos debido a que los pacientes normalmente consultan como neonatos y, en ellos, la evaluación radiográfica debe hacerse enfocándose en las relaciones de los núcleos osificados del astrágalo y el calcáneo con respecto a la tibia y, de igual forma, en la relación entre los metatarsianos y el retropié.

### Radiografía anteroposterior

El ángulo astrágalo-calcáneo (Kite) se considera normal de 20° a 40° en niños menores de 5 años. Cuando se encuentra aumentado indica valgo del retropié. Por el contrario, cuando se encuentra disminuido indica varo del retropié. En el astrágalo vertical congénito este ángulo se encuentra aumentado.

La proyección anteroposterior también suele mostrar, cuando el escafoides ya se encuentra osificado, su posición sobrepuesta al cuello del astrágalo confirmando su posición luxada. Da la apariencia de una ubicación centro-externa en relación al astrágalo, pero se mantiene alineado con el antepié (primera cuña y primer metatarsiano).

El ángulo astrágalo-primer metatarsiano es normal entre -10° y 30°. Cuando está disminuido indica varo y cuando está incrementado indica valgo.

### Radiografía lateral

El ángulo tibio-astragalino se acerca a 180° en el astrágalo vertical congénito. Es decir, se coloca casi a 90° con respecto a la horizontal.

El ángulo tibio-calcáneo normalmente aumenta con la flexión plantar y disminuye con la dorsiflexión.

El ángulo astrágalo-calcáneo se encuentra aumentado a pesar de la orientación en marcado equino del calcáneo.

En un pie normal el astrágalo y el primer metatarsiano deben ser paralelos. En el AVC este eje pierde su continuidad produciéndose un ángulo astrágalo-primer metatarsiano (Meary) de vértice plantar (figura 2). En un estudio publicado por Hamanishi en 1984 se encontró que este ángulo proporcionaba un valor predictivo pronóstico. Medido desde la base del primer metatarsiano con respecto al eje del astrágalo (TAMBA), lo consideraron normal si era menor de 10°; cuando estaba entre 10° y 30° consideraron que la articulación astrágalo-escafoidea estaba subluxada, y cuando era mayor de 60° la consideraron luxada. El pronóstico era bueno en los casos normales y subluxados (27).



Figura 2. Ángulo astrágalo-primer metatarsiano.

### Radiografías dinámicas

Las radiografías dinámicas en flexión plantar forzada (figura 3a) y en dorsiflexión forzada (figura 3b) son necesarias y confirman el diagnóstico de astrágalo vertical congénito por la irreductibilidad de la articulación astrágalo-escafoidea, despejando cualquier duda sobre astrágalo oblicuo y deformidad calcáneo-valga del pie.

Se deben valorar los ángulos astrágalo-calcáneo, tibio-calcáneo y astrágalo-primer metatarsiano.

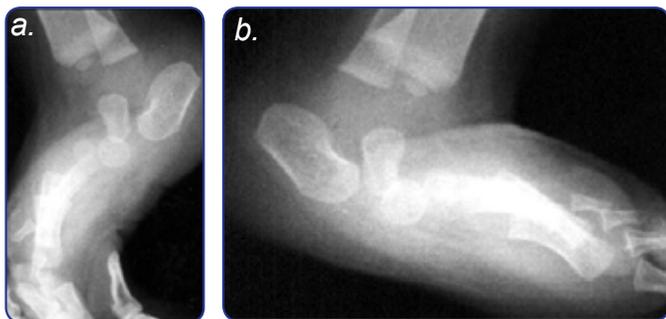


Figura 3. Astrágalo vertical congénito. a) Flexión plantar. b) Flexión dorsal.

La radiografía lateral en flexión plantar forzada demuestra el mal alineamiento permanente (irreductible) del eje del astrágalo con respecto al primer metatarsiano.

Un ángulo TAMBA mayor de  $35^\circ$  se considera diagnóstico.

En caso de talo oblicuo, esta radiografía evidencia la restauración de las relaciones entre el eje del astrágalo y el primer metatarsiano.

En la radiografía en flexión dorsal forzada el ángulo tibio-calcáneo normal tiene valores entre  $25^\circ$  y  $60^\circ$  y el ángulo astrágalo-calcáneo normal está entre  $25^\circ$  y  $55^\circ$ . Estos se encuentran aumentados en el AVC, lo cual se traduce en un equino rígido del retropié, es decir, evidencian flexión plantar permanente de astrágalo y calcáneo.

### Otros estudios imaginológicos

La resonancia magnética tiene aplicación útil en el área de la investigación; permite la valoración clara del análogo cartilaginoso de los huesos. Se puede utilizar para valorar la presencia y situación de la musculatura intrínseca y extrínseca, de cuyo delicado balance depende la aparición de la deformidad (37).

Están indicados los estudios de resonancia magnética de la columna si se sospecha un disrafismo espinal oculto como el lipomeningocele (25). Las radiografías lumbares posterior y lateral de la columna vertebral también pueden ser útiles para excluir disrafismo espinal oculto.

En resumen, los primeros estudios radiográficos que se requieren son imágenes con apoyo en proyección anteroposterior y lateral del pie; es obligatorio realizar una radiografía lateral con el pie en flexión plantar máxima para confirmar un AVC; debe evaluarse la alineación del primer metatarsiano con el astrágalo, dado que el escafoidees no está osificado. En un AVC, el metatarsiano no está alineado con el astrágalo. Las líneas trazadas a través del eje longitudinal del primer metatarsiano y el astrágalo convergen en la cara plantar del pie. Finalmente, Hamanishi describió dos ángulos radiográficos: el ángulo del eje del astrágalo-base del primer metatarsiano (TAMBA) y el ángulo del eje del calcáneo-base del primer metatarsiano (CAMBA) (47). El valor diferencial entre un talo oblicuo y un AVC rígido es un TAMBA de aproximadamente  $60^\circ$  y un CAMBA de  $20^\circ$ .

### Diagnóstico diferencial

El pie talo valgo es una deformidad postural del pie con resolución espontánea, en la cual se encuentra marcada dorsiflexión del pie y del tobillo; inclusive, la superficie dorsal del pie y la superficie anterior de la pierna pueden estar en contacto. Está acompañado de moderada eversión de la articulación subastragalina. En esta deformidad las partes blandas en la zona lateral y dorsal del tobillo presentan contracturas, por lo cual limitan pero no impiden la flexión plantar y la inversión del retropié. Se diferencia del astrágalo vertical clínicamente por la menor rigidez del pie y por la ausencia de equino del retropié. La radiografía con flexión plantar confirma el diagnóstico al evidenciar una adecuada alineación (10, 43, 58, 68).

El astrágalo oblicuo flexible es una deformidad con una fácil reducción de la articulación astrágalo-escafoidea, lo cual se evidencia en los estudios radiográficos dinámicos con flexión plantar.

La incurvación tibial posteromedial se asocia con pie talo valgo y con acortamiento y angulación vara de la tibia. Un minucioso examen físico logra diferenciar ambas patologías (43, 68).

En el pie plano laxo severo con acortamiento del tendón de Aquiles no hay luxación del astrágalo. La interpretación durante el examen físico es sencilla (37).

## Tratamiento

El tratamiento inicial deben ser las manipulaciones/movilizaciones y la serie de yesos, aunque antes de la publicación de Dobbs se pensaba generalmente que este manejo no era exitoso (25).

Las series de yesos deben ser utilizadas para estirar el pie en flexión plantar e inversión, mientras que la contrapresión se aplica a la cara interna del astrágalo (22). Es importante la elongación y el estiramiento de la articulación astrágalo-escafoidea con el fin de facilitar su reducción y evitar la compresión del escafoides desplazado dorsalmente sobre el astrágalo. Se coloca un yeso inguinopédico con la rodilla flexionada a 90° para evitar que el yeso se deslice. El yeso se debe cambiar con frecuencia (cada 1-2 semanas) con el fin de maximizar su efectividad.

De acuerdo con la técnica de Dobbs, si el escafoides puede ser movilizado en la alineación correcta con relación al astrágalo, entonces se puede fijar con un clavo de Kirschner para mantener la reducción. Si hay alguna dificultad con la reducción, se puede realizar una pequeña incisión sobre la articulación astrágalo-escafoidea y la articulación se puede reducir a través de una técnica abierta. Siempre se realiza tenotomía percutánea del Aquiles. El clavo de Kirschner se deja por un periodo de 5 semanas y se mantiene la posición con un yeso inguinopédico, que se cambia dos semanas después de la cirugía. Se utiliza un dispositivo posoperatorio 23 horas al día hasta el inicio de la marcha, y luego se utiliza para caminar hasta los 2 años de edad (24, 25).

### Tratamiento quirúrgico

La corrección quirúrgica en una sola etapa es otra opción y se puede realizar ya sea a través del abordaje de Cincinnati o por el abordaje dorsal (36, 71). El autor prefiere en general el abordaje dorsal, según lo descrito por Seimon; sin embargo, el autor opta por la incisión tipo Ollier, según lo descrito por Walter, Ghali y Silk (28, 29).

La cirugía está indicada cuando la articulación astrágalo-escafoidea se encuentra irreductible después de la colocación de una serie de yesos. Aunque la mayoría de los pacientes

requieren de intervención quirúrgica, puede ser algunas veces exitosa la colocación previa de yesos con el pie en plantiflexión. Más importante aún es que la serie de yesos ayuda a estirar la piel retraída en el aspecto dorsal y la retracción de los tendones y de las cápsulas articulares, lo que debería ser útil en el momento de la cirugía. Las radiografías laterales del pie en flexión plantar máxima pueden revelar si el escafoides es reductible (27, 37).

Es probable que la cirugía no sea necesaria si la articulación astrágalo-escafoidea se puede reducir en máxima flexión plantar en una vista lateral en los estudios radiográficos. En estos casos, pueden ser efectivas las ortesis tales como las del Laboratorio Berkeley de la Universidad de California (UCBL) (27).

La prioridad del tratamiento es la restauración de las relaciones normales entre los huesos del pie, restituyendo la anatomía normal entre el astrágalo, el calcáneo y el escafoides, lo cual permite el restablecimiento de las propiedades de carga del primer radio del pie y la distribución adecuada de la carga por parte del pie.

Dada la variedad clínica que se produce con la deformidad, se han diseñado en el transcurso de la historia distintos métodos terapéuticos y procedimientos quirúrgicos. Los tratamientos descritos se pueden dividir en 5 tipos básicos, siendo solo el primero no quirúrgico (37): 1) manipulaciones/movilizaciones y uso de yesos correctores, 2) combinación de yesos correctores y cirugías mínimas, 3) varios tiempos quirúrgicos y múltiples incisiones, 4) un solo tiempo quirúrgico con abordaje interno y posterior y 5) un solo tiempo quirúrgico por abordaje dorsal.

### Yesos correctores

El manejo cerrado con uso de yesos fue el primer tratamiento descrito desde 1914 cuando se describió inicialmente la deformidad.

Storen, en 1965, reportó que se obtenían inicialmente buenos resultados con la corrección comenzada tempranamente con yesos en las primeras semanas de vida. Reportó recurrencia de la deformidad en 2 de 5 pacientes antes del primer año de edad, ameritando cirugías mayores. No menciona el procedimiento y la forma de colocación de los yesos (18). Eraltug, en 1966, reportó la no corrección de la deformidad

con yesos seriados en 7 pacientes; 4 de ellos tenían desórdenes neuromusculares (37).

A través de años de experiencia clínica y al ver que la recurrencia era frecuente los cirujanos reconocieron que la deformidad no se resolvía solo con el uso de los yesos.

### **Combinación de yesos correctores y cirugías mínimas**

Dobbs y cols. en 2006 publican un estudio retrospectivo realizado en 11 pacientes tratados entre el 2000 y el 2003. El tratamiento propuesto por Dobbs comienza, al igual que en el pie equino varo congénito, con manipulaciones y yesos pero con la fuerza aplicada en sentido contrario corrigiendo todas las deformidades del pie de forma simultánea excepto el equino. El pie es llevado en plantiflexión e inversión mientras se aplica presión sobre el aspecto medial de la cabeza astragalina. Después de algunos minutos de manipulación, para poder mantener la corrección lograda, se coloca un yeso en dos tiempos. Primero, una bota corta de yeso desde los dedos de los pies hasta justo por debajo de la rodilla manteniendo la posición de flexión plantar e inversión; con cuidado se moldea el arco plantar, el maléolo, la cabeza astragalina y sobre el calcáneo. Luego, se aplica fuerza dorsiflexora sobre la cabeza del astrágalo y el yeso se extiende por encima de la rodilla quedando esta a 90° de flexión.

Se cambian los yesos de forma semanal corrigiendo progresivamente la deformidad, realizando las manipulaciones en el consultorio, igual a las que se hicieron antes del primer yeso. El último yeso (quinto o sexto yeso) se coloca en posición de máxima plantiflexión e inversión para asegurar el estiramiento máximo de los tendones dorsales, laterales, de la cápsula articular y de la piel. No se intenta corrección del equino; se trata de colocar el pie en una posición de equino varo. Debe tomarse una radiografía con el último yeso para asegurarse de que la articulación astrágalo-escafoidea se encuentra corregida. Una vez reducida la articulación astrágalo-escafoidea, el paciente es llevado a salas de cirugía y se fija esta articulación con un clavo de Kirschner, colocando el pie en máxima flexión plantar e introduciendo el clavo desde el escafoides hacia el astrágalo.

Cuando la articulación astrágalo-escafoidea es irreducible, se realiza una pequeña incisión medial con capsulotomía dorsal, se aplica entonces tracción y flexión plantar al antepié mientras que con el pulgar se aplica presión a nivel de la cabeza astragalina empujando el escafoides en posición de reducción.

Si aún así no es posible conseguir la reducción de la luxación, se debe realizar alargamiento fraccionado del tendón del peroneo corto y/o tibial anterior; este último puede transferirse al cuello del astrágalo. Cuando la flexión plantar del tobillo es menor de 25° se recomienda el alargamiento fraccionado del extensor largo de los dedos.

Si la aducción del antepié es menor de 10° se recomienda el alargamiento fraccionado del tendón del peroneo corto. Se realiza entonces la fijación articular con el clavo de Kirschner y se hace una tenotomía percutánea del Aquiles corrigiendo la deformidad en equino. Esta tenotomía se debe realizar 1 centímetro proximal a su inserción en el calcáneo.

Se coloca yeso largo con el pie en posición neutra con flexión dorsal de 5° del tobillo. Este yeso se cambia a las 2 semanas en el consultorio donde se toma un molde para la realización de una ortesis con 15° de flexión plantar a nivel de la articulación mediotarsiana y en rotación neutra. Esta ortesis consiste en un dispositivo con una barra conectora que permite movimiento independiente de la pierna. Una vez tomado el molde se recoloca un yeso largo inguinopédico a 10-15° de flexión dorsal del tobillo, el cual se deja por 3 semanas. También en este momento se retira el clavo de Kirschner y se deja la ortesis, explicando a los padres las manipulaciones para ganar y mantener arcos de movimiento del tobillo y de inversión del pie. La ortesis se usa 23 horas al día hasta el inicio de la marcha, cuando se empieza a utilizar 12-14 horas al día durante la deambulación.

Los 11 pacientes reportados por Dobbs obtuvieron buenos resultados tempranos en cuanto a apariencia física, función y cambios radiográficos a los dos años de seguimiento; de ellos, 3 pacientes presentaron recidiva (24, 25).

Alaee, en 2007, utilizando la técnica descrita con yesos invertidos de Ponseti menciona la necesidad de mantener el yeso por 8 semanas después de la fijación de la articulación astrágalo-escafoidea con clavo. Luego, utiliza un dispositivo en neutro de forma nocturna mientras durante el día los padres previamente instruidos realizan ejercicios en inversión y flexión plantar, evitando recidivas. Una vez se ha colocado la ortesis, recomienda durante el seguimiento una valoración cada 3 meses hasta por 2 años. Luego, cada 6 meses a 1 año hasta los 7 años de edad y luego una valoración cada 2 años hasta la madurez esquelética (21).

Bhaskar, en 2008, reporta en sus estudios el beneficio del uso de yesos correctores con la consecuente disminución en la extensión de las cirugías (22, 23).

### Varios tiempos quirúrgicos con múltiples incisiones

Lamy y Weissman en 1939 hicieron una descripción de las características clínicas de la deformidad y por la rigidez de la deformidad propusieron la escisión del astrágalo como tratamiento definitivo (32).

Eyre-Brooke en 1967 (12) publica los resultados de 4 pacientes, y describe una intervención quirúrgica que consiste en exponer la articulación astrágalo-escafoidea mediante una incisión interna y seccionar el tendón tibial posterior y la bolsa formada por el ligamento calcáneo-escafoideo extremadamente elongado. Se secciona el ligamento dorsal de la articulación astrágalo-escafoidea, pero solo se logra la reducción al alargar los tendones extensores (el tendón del tibial anterior y el del extensor largo del hallux), los cuales se podían alargar por el mismo abordaje; luego, se realiza una incisión accesoria externa para alargar el extensor común de los dedos, el peroneo tertius y los peroneos largo y corto. Las articulaciones subastragalina y calcáneo-cuboidea se liberan a través de esta misma incisión externa. Luego, se realiza una cuña dorsal en el escafoides para cambiar la orientación de la carilla articular proximal y poder estabilizar la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea. Este procedimiento, además, reduce la longitud de la columna interna del pie. Se coloca el fragmento resecaado debajo de la cabeza del astrágalo y se sutura fijando la reducción y el fragmento con la bolsa del ligamento calcáneo-escafoideo. Se sutura el tendón tibial posterior acortándolo y luego de realizar los cierres de piel se coloca una bota de yeso en equino y en inversión por 4-8 semanas, según la edad del paciente.

El retiro de la cuña del escafoides es considerado por estos autores como el paso más importante de su cirugía. Ellos describen que la escisión parcial del escafoides normalmente corresponde a la mitad posterior y que, según su criterio, en los casos más severos podría escindirise completamente debido a que juega un papel menor en mantener la columna interna del pie (12).

Osmond-Clarke en 1956, en su estudio con 5 pacientes, reporta buenos resultados con la reducción abierta y con

la transferencia del tendón del peroneo corto al cuello del astrágalo (33).

Lloyd-Roberts y Spence, en 1958, revisaron los pacientes tratados en el Royal National Orthopaedics Hospital y en el Hospital for Sick Children durante 27 y 18 años, respectivamente. Diez de estos pacientes presentaban artrogriposis; dos, espina bífida, y uno, neurofibromatosis, haciendo la diferenciación entre pies planos idiopáticos y pies paralíticos. Encontraron que no existía diferencia entre el tratamiento no quirúrgico y la tenotomía del tibial anterior, obteniendo siempre malos resultados (15).

Lloyd-Roberts, en 1963, describe un procedimiento quirúrgico en el cual el paciente era colocado en supino con inclinación hacia el lado afectado y la cadera y rodilla en posición de rotación externa. Realizaba una incisión interna, alargaba el tendón calcáneo, hacía capsulotomía del tobillo y de la articulación subastragalina, practicaba escisión del escafoides con liberación completa interna e inferior del astrágalo, con lo cual se lograba la reducción. Luego, desinsertaba el tendón del tibial anterior y lo implantaba en el cuello del astrágalo mediante una perforación, realizando el paso del tendón a través de esta perforación y lo suturaba sobre sí mismo. Realizaba la fijación del primer metatarsiano a la primera cuña y al astrágalo con un clavo de Kirschner. Posteriormente, el paciente se inmovilizaba en un yeso desde la rodilla con el pie en posición de corrección. Los clavos de Kirschner se retiraban a las 3 semanas y se mantenía el yeso hasta completar 8 a 10 semanas.

Se permitía el apoyo con yeso a partir de la sexta semana después de la cirugía; no se colocaba ningún tipo de ortesis posterior al retiro del yeso.

En el Hospital for Sick Children, de Londres, donde se implementó este procedimiento, se modificó la técnica y se utilizó en 2 tiempos: el primer tiempo consistía en la reducción del astrágalo y el segundo tiempo consistía en la liberación posterior realizada 2 a 3 semanas después (15).

Los resultados de este método fueron publicados en 1973 por Colton en 7 pacientes, con resultados excelentes y buenos en 4 de ellos (38). En la actualidad, estas técnicas de escisión del escafoides entraron en desuso por ser conductas muy radicales y se comenzaron a introducir técnicas de preservación

de las estructuras óseas con intentos de reducir el escafoides, preservándolo.

Herndon y Heyman, en 1963, presentan una revisión de 18 pacientes. Cuatro de ellos recibieron reducción abierta temprana (solo un paciente era menor de un año) y concluyeron que, cuando los pacientes eran pequeños, es decir antes de la instauración de cambios irreversibles, la reducción abierta ofrecía mejores resultados (34).

Harrold, en 1967, consideró que la articulación astrágalo-escafoidea debía reducirse lo antes posible, lo cual era posible si se intentaba de forma cerrada desde el nacimiento con férulas de yeso en posición máxima de equino varo por 2 meses; luego, el pie por sí mismo buscaba la posición neutra corrigiendo la deformidad. Cuando este procedimiento fallaba, o en niños mayores de 3 meses de edad, estaba indicado el manejo quirúrgico con reducción abierta (44). Utilizaba la misma técnica descrita por Herndon en 1963 mediante una incisión interna con sección del ligamento calcáneo-escafoideo y del tendón tibial posterior. Seccionaba la cápsula articular interna de la articulación astrágalo-escafoidea y mediante una segunda incisión externa liberaba las articulaciones subastragalina y calcáneo-cuboidea, protegiendo el aporte vascular mediante disecciones periféricas. Lograba entonces la movilización y reducción del escafoides. Adicionaba el alargamiento de los tendones peroneos y fijaba la articulación astrágalo-escafoidea con clavos de Kirschner. Suturaba acortando el tendón tibial posterior y el ligamento calcáneo-escafoideo. La extremidad era inmovilizada con yesos con el pie en posición en equino varo por 6 semanas. La corrección obtenida fue variable, reportando resultados aceptables en 8 de los 11 pies. Ninguno de ellos logró la inversión completa.

Coleman, en 1970, describió la reconstrucción con doble incisión en 2 tiempos, en la cual el estadio uno consistía en alargar el extensor largo del hallux, el extensor largo de los dedos y el tibial anterior, adicionando las capsulotomías de las articulaciones astrágalo-escafoidea y calcáneo-cuboidea, con liberación del ligamento interóseo astrágalo-calcáneo. Se reducía y fijaba la articulación astrágalo-escafoidea con un clavo de Kirschner en leve flexión plantar por 6 semanas. Posteriormente, se realizaba el segundo estadio que consistía en el alargamiento de tendón de Aquiles con capsulotomía de la articulación del tobillo y de la subastragalina. Se observaron altos índices de complicaciones con la cirugía en dos tiempos (26).

Jacobsen, en 1983, observó mejores resultados con la técnica descrita por Coleman, habiendo requerido en un solo paciente de su serie un procedimiento adicional consistente en una artrodesis extraarticular de Grice (14).

Fitton, en 1979, publicó sus resultados en 6 pacientes con una técnica en la cual se hacía liberación peritalar abierta incluyendo la articulación calcáneo-cuboidea, alargamiento de tendones peroneos y Aquiles. En 2 pacientes, la cirugía se realizó en 2 tiempos por abordajes posterointerno y externo y en los siguientes se realizó en un solo tiempo mediante una incisión dorsal transversa desde la punta del maléolo interno hasta la región anteroinferior al maléolo externo, y otra posterior pequeña para alargamiento del Aquiles. Se fijaba la reducción con clavos de Kirschner por 3 semanas y los yesos eran dejados por 6 semanas en total (17).

Recomendaron este procedimiento en pacientes de 3 a 6 meses de edad para esperar un mejor desarrollo en el tamaño del pie, lo cual permitía una mejor manipulación quirúrgica y obtuvieron resultados aceptables con adecuado uso de calzado corriente y con una vida activa. Los arcos de movimiento permanecieron limitados y disminuyeron progresivamente con los años posteriores al tratamiento quirúrgico.

Walker, Ghali y Silk en 1985 describen la corrección quirúrgica en dos tiempos, intentando previamente la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea mediante manipulación e inmovilización en equino e inversión. Cuando no era posible obtener la reducción, realizaban en un primer tiempo un abordaje dorsolateral en S con liberación anteroexterna de la articulación astrágalo-escafoidea y su reducción, combinando el alargamiento del extensor largo de los dedos, de los peroneos y del tibial anterior. Para lograr la estabilización de la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea, el pie era inmovilizado por un periodo de 8 meses en posición de equino e inversión. A este primer tiempo le seguía el alargamiento del tendón de Aquiles asociado a capsulotomía posterior. Adicionaban la sección de la sindesmosis tibioperonea inferior, para permitir la reposición del astrágalo. A pesar de informar sobre altos índices de complicaciones con la cirugía en dos tiempos, reportaron buenos resultados con este procedimiento (28).

#### **Un solo tiempo quirúrgico: abordaje interno y posterior**

Ogata y cols. en 1979 recomendaron realizar un solo procedimiento quirúrgico mediante un abordaje interno (35).

Drennan, en 1995, considera que en los casos más rígidos el paciente debe manejarse con un único procedimiento realizado entre los 6 y 12 meses de edad. Hace énfasis en la reconstrucción del retropié, en cuyo procedimiento el paciente es ubicado en decúbito prono, realizando un abordaje mediante incisión de Cincinatti desde la cuña interna hasta el maléolo externo, pudiéndose extender hasta la articulación calcáneo-cuboidea; se alarga el tendón de Aquiles mediante zeta, se identifican y protegen las estructuras neurovasculares, se divide el ligamento astrágalo-peroneo posterior, se realiza capsulotomía externa de la articulación del tobillo, se hace liberación amplia de las articulaciones subastragalina posterior y externa y se secciona el ligamento peroneo-calcáneo. Se realiza capsulotomía de la articulación subastragalina a la altura del flexor largo del hallux y se acorta el tendón tibial posterior y el flexor largo de los dedos. La disección se prolonga hacia el sustentaculum tali, realizando capsulotomía circunferencial de la articulación astrágalo-escafoidea con liberación de las facetas anterior y media, las cuales se encuentran fibrosadas a nivel de la articulación subastragalina; se hace una tenotomía del extensor largo de los dedos y el peroneo tertius mediante incisiones accesorias pequeñas dorsales y, ocasionalmente, se alargan los tendones peroneos. Se realiza la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea, para lo cual se hace necesario a veces la liberación de la articulación calcáneo-cuboidea. Se fija el calcáneo en adecuada posición con un clavo desde la planta del pie; el segundo clavo se coloca desde el tubérculo externo del astrágalo fijando la articulación astrágalo-escafoidea reducida (66).

La cirugía se complementa con transferencias tendinosas para alcanzar un equilibrio muscular adecuado. Se transfiere el tendón tibial anterior a la cabeza y cuello del astrágalo, el peroneo largo se transfiere a la inserción del tibial posterior en el escafoides y el cabo distal del peroneo largo se anastomosa al peroneo corto. Se inmoviliza el pie incluyendo los clavos en un yeso largo por un periodo de 4 meses.

Kodros y Dias en 1999 utilizaron un único procedimiento con el uso del abordaje de Cincinatti y no reportaron complicaciones de la herida quirúrgica (36).

#### **Un solo tiempo quirúrgico: abordaje dorsal**

Seimon, en 1987, describe un abordaje dorsal en un solo tiempo. Consiste en un abordaje longitudinal dorsal desde la zona justo proximal a la articulación del tobillo en la línea

media y extendiéndose distalmente hasta la base del tercer metatarsiano. A través de este abordaje se realiza la tenotomía del extensor largo de los dedos y el peroneo tertius. El tibial anterior y el extensor largo del hallux se rechazan hacia la línea media protegiendo el paquete neurovascular; la articulación astrágalo-escafoidea se libera ampliamente y se reduce, para lo cual ocasionalmente es necesario alargar el tendón tibial anterior. Se fija la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea con clavos de Kirschner y se alarga el tendón de Aquiles de forma percutánea. Se inmoviliza con un yeso por encima de la rodilla por 6 semanas, que luego es retirado junto con los clavos de Kirschner y se coloca otro yeso por debajo de la rodilla por 6 semanas más (29).

Los autores reportaron excelentes resultados en 5 de 7 pies, los cuales además de plantígrados tenían arco plantar interno, por lo cual recomendaron la cirugía en un solo tiempo en niños menores de 2 años.

En el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt, Bogotá, Colombia, a partir de 1987 se comienzan a imponer las técnicas de un solo abordaje dorsal en un solo tiempo quirúrgico, dados los iniciales buenos resultados obtenidos (37). En la literatura internacional la tendencia hacia los abordajes en un solo tiempo empiezan a popularizarse a partir de publicaciones como los reportes de Mazzocca y cols. en el año 2001, quienes en un estudio retrospectivo compararon el abordaje único dorsal con el posterior de múltiples incisiones. El abordaje único dorsal descrito por ellos se realiza a través de una incisión transversal-oblicua desde la articulación astrágalo-escafoidea hasta el vértice del maléolo externo. Se hace capsulotomía astrágalo-escafoidea completa dorsal, interna y externa, así como capsulotomía de la articulación calcáneo-cuboidea. Se hace una tenotomía o se alarga el extensor largo de los dedos; se realiza la tenotomía del peroneo tertius removiendo 2 cm de sustancia tendinosa, se libera la porción inferior del retináculo extensor, se realiza alargamiento o tenotomía de los tendones peroneos y, luego, se realiza la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea. En pacientes con desórdenes neuromusculares se transfiere el tendón del tibial anterior al cuello del astrágalo. Se complementa con tenotomía percutánea del Aquiles y se procede a hacer fijación de la articulación astrágalo-escafoidea con clavo de Kirschner, el cual se corta y se deja por debajo de la piel hasta su retiro a las 8 semanas. Se inmoviliza en flexión de rodilla de 90°, flexión plantar del tobillo de 5-10° y el talón en varo. El yeso se cambia a las 2

semanas con mayor flexión plantar, con permanencia total de 3 meses. Posteriormente se utiliza una ortesis por 9 meses (27).

Con este último estudio concluyeron que ambos procedimientos eran capaces de alcanzar la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea, pero con el procedimiento único dorsal se requería menor tiempo quirúrgico, conducía a mejor puntaje clínico posterior y la mejoría radiográfica era similar con un menor número de complicaciones como reintervención y necrosis avascular.

Se desconoce la edad límite para la reducción abierta de la articulación astrágalo-escafoidea. Algunos niños después de los 3 años de edad pueden llegar a requerir de la escisión del escafoide o del astrágalo en el momento de intentar la reducción abierta (9). Sin embargo, los autores no hemos requerido de tales procedimientos en pacientes mayores de los 3 años de edad, consiguiendo la reducción y estabilización de la articulación astrágalo-escafoidea con el abordaje dorsal único y mediante transferencias tendinosas al cuello del astrágalo y el uso de osteoplastias para estabilizar los cambios adaptativos óseos que ocurren en los pies de niños mayores. Debido a la deformidad permanente en niños mayores de 3 años, como la encontrada en las facetas anterior y media de la articulación subastragalina, durante la reducción abierta se deben adicionar procedimientos como el alargamiento de la columna externa y el acortamiento de la columna interna (37).

Los niños mayores de 5 años con deformidad primaria o con recurrencia de la misma pueden manejarse con reducción abierta y artrodesis extraarticular.

Los pacientes mayores de 8 años siempre ameritarán procedimientos de rescate (salvamento) incluyendo la artrodesis subastragalina (procedimiento de Grice) y la triple artrodesis en pacientes adolescentes sintomáticos. Sin embargo, esta artrodesis lleva siempre a artritis degenerativa en articulaciones vecinas a largo plazo por sobrecarga (72, 73, 74).

La cirugía de Evans descrita inicialmente en 1961 para la corrección del pie equino varo congénito inveterado o recidivado, después de realizar las respectivas liberaciones de partes blandas tanto atrás como adentro, consiste en acortar la columna externa del pie mediante la resección de la articulación calcáneo-cuboidea y realizando una artrodesis que se fija con grapas (75).

Se evidenció que la hipercorrección con esta técnica por arresto temprano del crecimiento de la columna externa ameritaba el alargamiento de la misma para revertir la deformidad causada con el procedimiento. Esto creó las bases del segundo procedimiento descrito por Evans y al que se le ha denominado operación de Evans 2, publicado en 1975, que consiste en una incisión sobre el aspecto externo del calcáneo, justo por encima y paralelo a los tendones peroneos, evitando el nervio sural. Se expone la superficie anterior del calcáneo y se identifica la articulación calcáneo-cuboidea sin exponerla. A 1,5 cm por detrás de la misma y de forma paralela a ella, se divide con un osteótomo en su parte estrecha en relación con el tubérculo de los peroneos. Se abren los bordes con un dispositivo de separación (*spreader*) y se colocan injertos tomados de la tibia ipsilateral. Este procedimiento permite alargar la columna externa del pie, la cual se encuentra acortada en los pies planos valgus, como ocurre en los pies con astrágalo vertical congénito (76).

La operación de Grice (1952, 1955), que consiste en una artrodesis extraarticular de la articulación subastragalina, fue descrita por su autor para el tratamiento de pies planos paráliticos. Se realiza una incisión curvilínea en la cara externa del pie, directamente sobre la articulación subastragalina, se disecciona la piel y el tejido celular subcutáneo exponiendo el ligamento que recubre la articulación, el cual se incide longitudinal a sus fibras y se disecciona el seno del tarso. Se observa la relación entre el astrágalo y el calcáneo, la cual se puede restaurar colocando de nuevo el calcáneo debajo del astrágalo con inversión del pie y estabilizando la reducción mediante la colocación de un injerto óseo. En deformidades severas con largo tiempo de evolución se hace necesaria la liberación posterior de la cápsula articular subastragalina. Se inserta un osteótomo en el seno del tarso para bloquear y demostrar la estabilidad que se obtiene con la colocación posterior de los injertos, además de permitir seleccionar el tamaño de los mismos. Se prepara el seno del tarso para recibir los injertos al remover una capa de cortical en la parte superior del calcáneo e inferior del astrágalo. Se realiza una segunda incisión longitudinal en la cara anterior y superior de la tibia, se toma con sierra un fragmento óseo de 3,5-4,5 cm de largo por 1,5 cm de ancho para poder ser dividido en 2 injertos con hueso cortical y esponjoso. El injerto se corta de forma trapezoidal y las esquinas de la base se extraen dándole una forma apropiada que evite el desplazamiento lateral. Sobre la cara dorsal del calcáneo se labra un lecho para su inserción y por debajo del astrágalo, un lecho

de similares características. La altura del injerto determinará la apertura de la articulación astrágalo-calcánea en inversión y en posición de reducción. Se introducen estos injertos en el seno del tarso con leve sobrecorrección para que al ser llevado el pie a la posición deseada queden bloqueados; se cierra la piel y se inmoviliza con yeso (72, 73, 74).

Por encontrar que la aplicación de estas consideraciones aporta buenos resultados en los pies con AVC tratados por los autores a partir de 1987, adoptamos la mayoría de los diseños terapéuticos descritos por Walker y cols. en 1985 para el manejo del astrágalo vertical congénito. En los grupos de pacientes mayores, por encima de los 5 años de edad —que presentan cambios adaptativos óseos que dificultan no solo la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea, sino su estabilización—, se requirió complementar la estabilidad subastragalina con una artrodesis extraarticular tipo Grice, por ser pacientes esqueléticamente inmaduros y con severas deformidades adquiridas en el astrágalo, lo cual hace inestable la reducción. Tomando los conceptos de Evans, quien refería que los pies planos valgus severos presentan una deformidad contraria al pie equino varo en cuanto a la competencia de las columnas interna y externa del pie, siendo la columna externa más corta, adoptamos de este autor la cirugía de alargamiento de la columna externa mediante una osteotomía de alargamiento en el calcáneo con la colocación de un injerto libre (37, 67).

En 1987, en el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt, durante la discusión de uno de estos casos clínicos surgió la idea de fusionar la artrodesis extraarticular de Grice con la operación de Evans 2, procedimiento que realizamos con excelentes resultados tanto de estabilización subastragalina como de alargamiento de la columna externa del pie. A este procedimiento se le denominó operación de Grice-Evans 2 (67).

Se realiza un abordaje dorsal del pie mediante una incisión quirúrgica en piel de Ollier exponiendo ampliamente los tendones dorsiflexores y extensores del pie (tibial anterior, extensor largo del hallux, extensor largo de los dedos y peroneos largo y corto). Se realiza toda la liberación dorsoexterna referida por Walker y cols. y por Seimon (28, 29). Se libera ampliamente la articulación subastragalina en forma circular incluyendo necesariamente el ligamento interóseo astrágalo-calcáneo. El escafoides se encontrará luxado en posición dorsoexterna con respecto al astrágalo y el astrágalo se encontrará desviado hacia la región interna y plantar. Completadas

las liberaciones de partes blandas (tendinosas, ligamentosas y capsulares) es posible conseguir la movilización del retropié y del antepié. Previamente se ha realizado la tenotomía percutánea o el alargamiento del Aquiles, con lo cual se permite la movilización del calcáneo que lo orienta espacialmente para restituir la articulación subastragalina. Se procede a realizar maniobras de reducción del escafoides (desde afuera y arriba hacia abajo y adentro) y del astrágalo (desde adentro y abajo hacia arriba y afuera). La suspensión del astrágalo solo puede ser conseguida ejerciendo una palanca con un disector, por lo cual se requiere de una suspensión a través de su cuello y de una estabilización por debajo, en la articulación subastragalina. En este momento se decide la suspensión al cuello del astrágalo —tenodesis del peroneo corto, peroneo tertius o extensor largo de los dedos—. El autor prefiere transferir el extensor largo de los dedos o el peroneo tertius, cuando este se encuentra presente (27, 33, 77).

Se prepara el tendón con una sutura tipo Bunnel y se elabora un túnel transversal en el cuello del astrágalo, de dorsal a plantar. Se pasa el tendón a través del túnel (tenodesis), pero aún no se sutura; debe esperarse a la estabilización subastragalina para no producir lesión del tendón transferido con el vértice del injerto.

Se realiza una osteotomía transversal en el cuerpo del calcáneo desde afuera hacia adentro, por detrás de la articulación calcánea-cuboidea, 1,0-1,5 centímetros y paralela a ella, procurando no involucrar la cortical interna para que actúe como bisagra (67, 76). Esta osteotomía se abre en cuña de base externa. Por debajo del astrágalo y en línea con la osteotomía realizada en el calcáneo se labra un lecho para que reciba el vértice del injerto que se introducirá en la osteotomía del calcáneo. Se obtiene un injerto bicortical en "tajada de ponqué" de la cresta iliaca ipsilateral, el cual es introducido en la osteotomía del calcáneo por su base (tiempo de Evans 2) y el vértice del injerto se enclava en el lecho inferior del astrágalo, levantándolo (tiempo de Grice). El injerto es impactado desde la cortical externa del calcáneo para no dejar excrescencias óseas que puedan lesionar los tendones peroneos. Además, la impactación del mismo produce un efecto de presión regular intraósea (*press fit*) que garantiza la estabilidad del injerto, sin requerir osteosíntesis. Se completa la suspensión al cuello del astrágalo y se sutura sobre sí mismo en forma de argolla. En este momento la articulación astrágalo-escafoidea ya se encuentra reducida por la nueva posición horizontal del astrágalo.

El antepié es llevado a máxima flexión plantar y supinación, y se estabiliza la reducción con un clavo de Kirschner pasado de distal a proximal por vía percutánea. Al conseguirse la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea se puede apreciar la restitución inmediata del arco longitudinal interno y el retropié habrá rotado a una posición en varo.

Se cierran las incisiones quirúrgicas. Se inmoviliza la extremidad en un yeso largo inguinopédico con la rodilla en flexión de 90°, el tobillo en neutro, el retropié en inversión, y se moldea el arco longitudinal interno. Esta inmovilización se prolonga por 3 meses en total, tiempo con el cual se espera la fusión de la artrodesis subastragalina, con cambios periódicos de yesos. El clavo de Kirschner es retirado a las 6 semanas, cuando se realiza el primer cambio de yeso.

El paciente no requiere de ninguna asistencia ulterior. No se indica el uso de calzado especial u ortesis y la rehabilitación posoperatoria se orienta al entrenamiento en marcha y a la reeducación funcional. La transferencia al cuello del astrágalo no requiere de reeducación.

## Protocolo terapéutico colombiano

Ochoa, en 1987, diseñó e implementó un protocolo de tratamiento para el manejo del astrágalo vertical congénito (AVC), que permite la adecuada orientación del paciente en un proyecto terapéutico según el grupo etario y la correspondiente etiología y, con ello, la obtención de resultados predecibles y reproducibles (37).

La técnica quirúrgica ha sido adoptada a partir de la propuesta de Walker, Ghali y Silk en 1985 y de los conceptos de Seimon, con modificaciones (28, 29). Inicialmente, se ubica el paciente en un grupo etario específico al momento de la primera consulta (tabla 3), observándose el grado de la deformidad y su estructuración, lo cual determina la progresión de las intervenciones propuestas para garantizar resultados (tabla 4).

### Grupo 1. Hasta el primer año de edad

Se realiza el manejo inicial con manipulaciones pasivas en busca de la corrección de la deformidad, para lo cual se debe:

- Inmovilizar con yesos en inversión y equino, de manera similar a la técnica descrita por Dobbs en el 2006

- Cambiar los yesos cada 2 semanas hasta el primer año de vida: al año de vida se considera que la madurez y el tamaño del pie son adecuados para realizar la cirugía (si el tratamiento con yesos ha fracasado)

Cuando se logra la corrección de la deformidad con manipulaciones y yesos, se debe (si es posible):

- Verificar la reducción por controles clínicos y radiográficos
- Continuar el tratamiento hasta obtener poder planti-invertor activo

### Grupo 2. De uno a tres años

Se inicia el manejo con yesos “ablandadores” por 3 meses. La inmovilización se realiza colocando yesos en inversión y equino en busca de reducir la luxación astrágalo-escafoidea, ganar longitud de las estructuras retraídas y disminuir la extensión de la cirugía.

Se realiza tratamiento quirúrgico (en un mismo tiempo), como sigue:

- Liberación posterior: preferiblemente se debe realizar tenotomía percutánea del Aquiles. En casos selectos puede requerirse de alargamiento del tendón de Aquiles y de capsulotomía posterior del tobillo y de la articulación subastragalina. En la experiencia del autor, no se requieren liberaciones capsulares en pacientes que consultan sin haber recibido tratamientos previos.
- Abordaje por la vía dorsoexterna para la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea (Walter y cols. y Seimon).

Tabla 3. Grupos etarios para el tratamiento del AVC.

Grupo	Característica
1	Pacientes hasta el primer año de edad
2	Pacientes entre el primer año y los 3 años de edad
3	Pacientes de 3 a 6 años de edad
4	Pacientes de 6 a 12 años de edad o recidiva
5	Pacientes mayores de 12 años de edad o recidiva
6	Grupo especial

Tabla 4. Protocolo de tratamiento del AVC según el grupo etario.

Grupo	Protocolo de tratamiento
1	Manejo inicial con manipulaciones pasivas en busca de la corrección de la deformidad. Se verifica la reducción con controles clínicos y radiográficos. Se continúa el tratamiento hasta obtener poder planti-invertor activo.
2	Manejo inicial con yesos “ablandadores” por 3 meses. La inmovilización se realiza colocando yesos en inversión y equino buscando la reducción de la luxación astrágalo-escafoidea, para ganar longitud de las estructuras retraídas y disminuir la extensión de la cirugía. Se realiza tratamiento quirúrgico (en un mismo tiempo): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liberación posterior</li> <li>• Abordaje dorsoexterno para la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea</li> </ul>
3	Se realiza tratamiento quirúrgico: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liberación posterior</li> <li>• Abordaje dorsoexterno para la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea</li> <li>• Tenodesis al cuello del astrágalo de peroneo tertius, extensor largo de los dedos o tibial anterior</li> <li>• Considerar el requerimiento de tensar las estructuras planti-invertoras del pie mediante tenoplastia de acortamiento del tibial posterior</li> </ul>
4	Se realiza tratamiento quirúrgico igual al grupo anterior más osteoplastias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liberación posterior</li> <li>• Abordaje dorsoexterno para la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea</li> <li>• Tenodesis al cuello del astrágalo</li> <li>• Tenoplastia de acortamiento del tibial posterior</li> <li>• Osteoplastias de Grice o de Grice-Evans 2</li> </ul>
5	Se realizan cirugías de rescate (salvamento) para evitar el dolor. Pueden estar indicadas en niños con rigidez severa como en el caso de artrogriposis: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Triple artrodesis</li> <li>• Astragalectomía</li> <li>• Escafoidectomía</li> </ul>
6	Son los casos con etiología neurogénica: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se complementa el tratamiento quirúrgico del grupo anterior con balance muscular mediante transferencias tendinosas que van a depender del examen individualizado del paciente (nivel de compromiso motor)</li> <li>• Uso de soportes externos de distintos tipos como, por ejemplo, el uso de férulas a 90° en caso de pie caído</li> <li>• Reeduación funcional de la transferencia tendinosa</li> </ul>

### Grupo 3. De tres a seis años

Se realizan los siguientes procedimientos quirúrgicos:

- Liberación posterior
- Abordaje por la vía dorsoexterna para la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea
- Tenodesis al cuello del astrágalo: permite mantener de forma dinámica la posición de reducción del astrágalo, garantizando la permanencia en correcta posición debido a la

hipotrofia del sustentaculum tali y de las carillas articulares anterior e interna de la articulación subastragalina, que se produce de forma adaptativa con el paso del tiempo. Los músculos transferibles para la tenodesis son el peroneo tertius, el extensor largo de los dedos y el tibial anterior.

- Es importante considerar el requerimiento de tensar las estructuras planti-invertoras del pie mediante una tenoplastia de acortamiento del tibial posterior.

**Grupo 4. De seis a doce años o recidiva**

El tratamiento quirúrgico es igual al grupo anterior más osteoplastias:

- Liberación posterior
- Abordaje por la vía dorsoexterna para la reducción de la articulación astrágalo-escafoidea
- Tenodesis al cuello del astrágalo
- Considerar tenoplastia de acortamiento del tibial posterior
- Osteoplastias de Grice o de Grice-Evans 2

**Grupo 5. Mayores de 12 años o recidiva**

Se realizan cirugías de rescate (salvamento) para evitar el dolor. Pueden estar indicadas en niños con rigidez severa como en caso de artrogriposis o en la búsqueda de la ecualización de las columnas interna y externa del pie cuando no es posible lograrlo por otros métodos menos agresivos. Dentro de este tipo de cirugías estarían indicadas entonces: la triple artrodesis, la astragalectomía y la escafoidectomía.

**Grupo 6. Grupo especial**

Son los casos con etiología neurogénica. Se complementa el tratamiento quirúrgico del grupo anterior con balance muscular mediante transferencias tendinosas que van a depender del examen individualizado del paciente (nivel de compromiso motor). Se recomienda el uso de soportes externos de distintos tipos como, por ejemplo, férulas a 90° en caso de pie caído. Además, se debe hacer reeducación funcional, paso fundamental después de una transferencia tendinosa.

**Técnica quirúrgica**

La cirugía se realiza en un solo acto quirúrgico. Se inicia con la liberación de las estructuras posteriores y se continúa con la liberación dorsoexterna. El paciente se coloca en la mesa quirúrgica en posición de decúbito supino (figuras 4, 5 y 6).



Figura 4. Astrágalo vertical congénito (pie derecho).

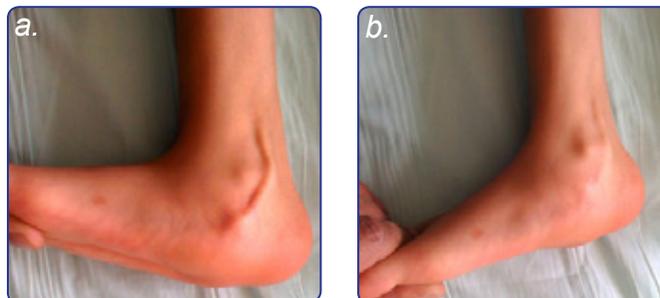


Figura 5. Astrágalo vertical congénito. a) Dorsiflexión. b) Plantiflexión.

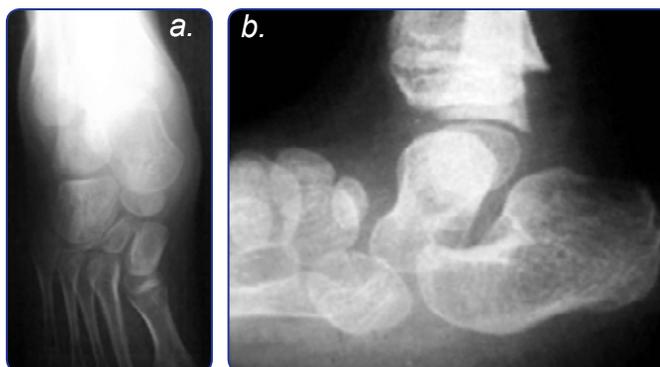


Figura 6 a, b. Luxación astrágalo-escafoidea.

**Liberación posterior**

En los casos nuevos, que no han recibido tratamientos previos, la tenotomía percutánea del Aquiles es un procedimiento suficiente para conseguir liberar el calcáneo de su posición equina (figura 7). En la experiencia del autor, no se requieren liberaciones capsulares posteriores del tobillo y de la articulación subastragalina. En los casos de severa retracción del aspecto posterior del pie, o en casos de recidivas a tratamientos previos, la liberación posterior se realiza mediante un abordaje longitudinal posterior centrado sobre el tendón de Aquiles. La incisión de piel es de aproximadamente 3 centímetros de longitud. Se secciona de forma longitudinal el tendón de Aquiles en dos mitades.



Figura 7. Liberación posterior: alargamiento del tendón de Aquiles.

La mitad externa se desinserta del calcáneo, con lo cual se busca controlar la tracción externa en el calcáneo que lleva en valgo el talón (ayuda a corregir el valgo del retropié al cambiar la dirección del vector hacia medial con la inserción interna del tendón de Aquiles).

Se secciona proximalmente la mitad interna del tendón y se suturan ambos cabos alargándolo, con una tensión apropiada para no debilitar de forma importante el tríceps sural.

Podría complementarse el alargamiento del tendón de Aquiles con la liberación de la cápsula posterior del tobillo y/o de la subastragalina en algunos pacientes, aunque este procedimiento por lo común no es necesario para conseguir la corrección de la deformidad en equino. Finalmente, se cierra por planos hasta la piel.

### Liberación dorsoexterna

Para la liberación dorsoexterna se realiza la incisión descrita por Ollier, la cual se prolonga hacia la línea media e interna. Se disecciona piel y tejido celular subcutáneo, y se liberan los tendones peroneo largo y corto, los cuales se protegen mediante reparo con un dren de Penrose (figura 8a). Se liberan los tendones del peroneo tertius (cuando se encuentra) y del extensor largo de los dedos, los cuales se seccionan en su tercio distal y se reparan entre suturas (figura 8b).

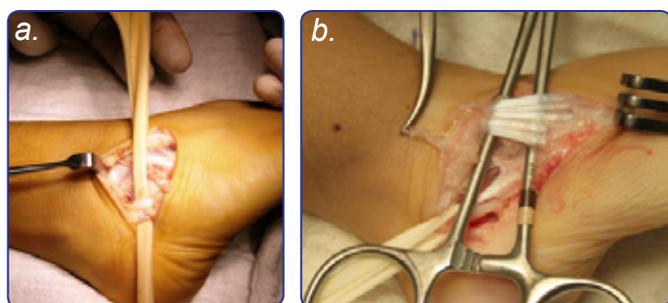


Figura 8. Abordaje dorsoexterno. a) Reparación de los tendones peroneos. b) Disección del extensor largo de los dedos.

Se expone la masa muscular del extensor corto de los dedos (músculo pedio), el cual se desinserta desde distal y se eleva, dejando indemne su inserción proximal (figura 9). Se descubre el seno del tarso ocupado por grasa, vasos y por el ligamento astrágalo-calcáneo externo.

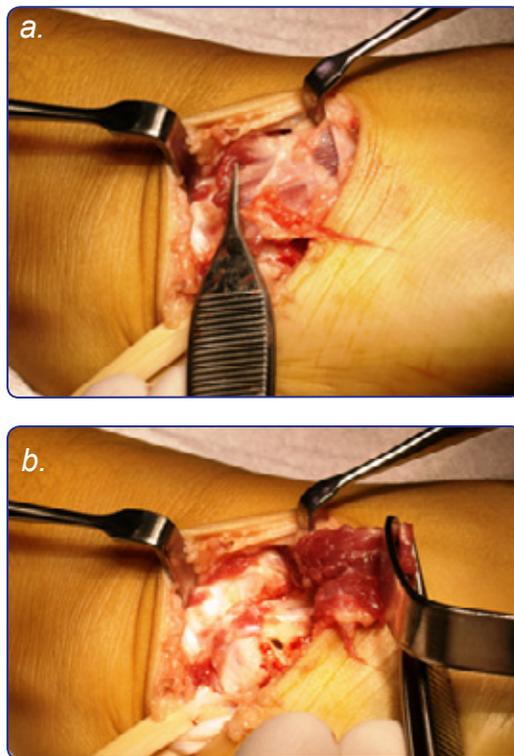


Figura 9 a, b. Abordaje dorsoexterno: disección del extensor corto de los dedos.

Se identifica y se libera la articulación calcáneo-cuboidea mediante capsulotomía amplia (figura 10). La liberación de esta articulación pretende ubicar “en línea” a la articulación astrágalo-escafoidea; además, se hace imprescindible su capsulotomía para lograr movilizar posteriormente la articulación subastragalina y poder reducir el escafoides. Se identifica la articulación astrágalo-escafoidea y se realiza capsulotomía amplia dorsal, anterior, interna y externa, quedando expuestas ambas superficies articulares.



Figura 10. Capsulotomía de la articulación calcáneo-cuboidea.

Se libera ampliamente el seno del tarso escindiendo la grasa que ocupa su espacio. Esta disección permite visualizar el aspecto anterior de la articulación subastragalina, así como el sustentaculum tali. Además, prepara el aspecto inferior del astrágalo en caso de llegar a requerirse una transferencia al cuello del astrágalo y/o una artrodesis extraarticular.

Mediante un instrumento romo (disector) se eleva la cabeza del astrágalo que se encuentra en posición interna y plantar y se procede a completar su restitución paralela al calcáneo mediante liberación amplia peritalar (externa, anterior, posterior e interna). Es necesario seccionar el ligamento interóseo astrágalo-calcáneo para permitir la desrotación del astrágalo sobre el calcáneo.

Se termina por movilizar el astrágalo desde su posición original (vertical, interna y plantar) hacia su nueva posición (horizontal, externa y dorsal). Se completa la capsulotomía subastragalina de manera amplia (figura 11).



Figura 11. Reducción de la articulación astrágalo-escafoidea.

En los casos requeridos se realiza la transferencia al cuello del astrágalo (peroneo tertius, extensor largo de los dedos o tibial anterior) previamente reparados. Se realiza una perforación en el cuello del astrágalo (con broca o pinzas debido a la consistencia cartilaginosa aún presente) desde dorsal a plantar y se transfiere el tendón elegido, el cual se sutura sobre sí mismo a manera de un anillo suspensorio (tenodesis) (figuras 12 y 13).

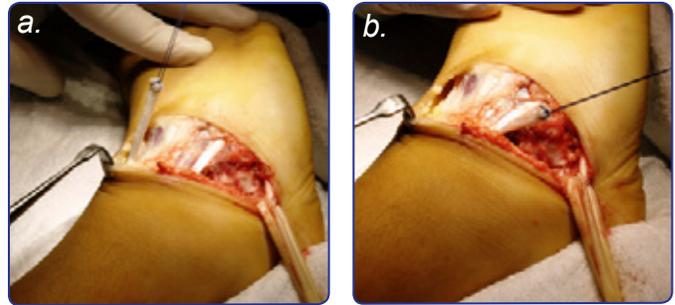


Figura 12. a) Tenotomía distal del tibial anterior: preparación para la transferencia al cuello del astrágalo. b) Tenotomía intermedia del extensor largo de los dedos.



Figura 13. a) Perforación sobre el cuello del astrágalo. b) Transferencia del tendón tibial anterior.

La reducción de la articulación astrágalo-escafoidea, ya conseguida, se debe estabilizar mediante el paso de un clavo de Kirschner, el cual es colocado desde distal a proximal a través de la piel, tomando el escafoides y dirigiéndolo hacia la cabeza del astrágalo. En este momento se consigue la restitución anatómica del arco plantar interno (figura 14).

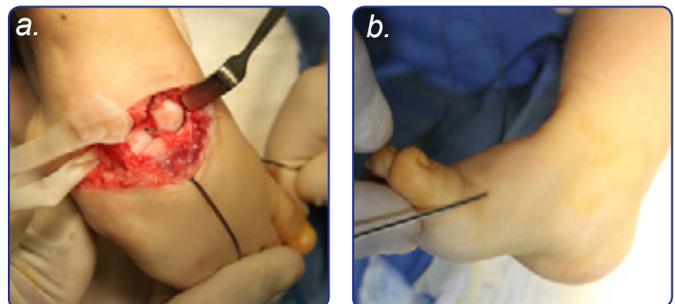


Figura 14. a) Reducción de la articulación astrágalo-escafoidea y estabilización con clavo de Kirschner. b) Restitución del arco longitudinal interno.

En algunos pacientes puede fijarse también la articulación astrágalo-calcánea (subastragalina) en posición de reducción, aunque muy rara vez se requiere.

Se valora la restitución clínica del arco longitudinal interno. En pacientes mayores con acortamiento de la columna lateral se realiza en este momento la osteoplastia tipo Grice-Evans 2, técnica que se describirá más adelante. Este procedimiento permite alargar la columna externa y estabilizar el astrágalo en posición de corrección, disminuyendo la tensión (memoria dinámica del astrágalo vertical congénito) y protegiendo la transferencia tendinosa al cuello del astrágalo.

Se suturan los cabos proximal y distal del extensor común de los dedos al plano muscular del extensor corto de los dedos (pedio) sin tensión y con elevación de los artejos (en extensión máxima). Se realiza hemostasia y cierre por planos sin tensión de los tejidos (figura 15).



Figura 15. a) Sutura del extensor común de los dedos al extensor corto de los dedos. b) Cierre por planos hasta piel.

Se coloca una bota larga de yeso corrigiendo todas las deformidades: neutro para tobillo, inversión para retropié, supinación para antepié y moldeamiento del arco longitudinal interno, con rodilla en flexión de 90°. Esta inmovilización se mantiene por 6 a 12 semanas.

### Operación de Grice-Evans 2

Este procedimiento quirúrgico es una técnica modificada e implementada desde 1987 en el Instituto de Ortopedia Infantil Roosevelt (Ochoa, 1996) que fusiona dos intervenciones: la artrodesis extraarticular de Grice y la operación de Evans 2, procedimiento que consigue excelentes resultados tanto de estabilización subastragalina como de alargamiento de la columna externa del pie. A este procedimiento se le denominó operación de Grice-Evans 2 (37, 67).

Este procedimiento está indicado para pacientes mayores con acortamiento de la columna externa del pie. Se labra un orificio en el aspecto plantar del cuello del astrágalo mediante cureta (ocasionalmente puede ser utilizado el mismo orificio ocupado por la transferencia tendinosa realizada al cuello del astrágalo). Se realiza una osteotomía perpendicular al cuerpo del calcáneo, 1,5 cm por detrás de la articulación calcáneo-cuboidea (figura 16). Se prepara un injerto óseo bicortical (comúnmente tomado de la cresta iliaca del propio paciente). Este injerto debe tener una longitud en altura suficiente para ocupar el macizo calcáneo (tiempo de Evans 2); también debe tener la altura suficiente para que su vértice superior se logre anclar en el orificio plantar del astrágalo, consiguiendo levantarlo y mantenerlo en posición horizontal y de reducción (tiempo de Grice). El anclaje del injerto bicortical alarga el calcáneo produciendo ecualización de las dos columnas del pie (interna y externa) (figura 17).

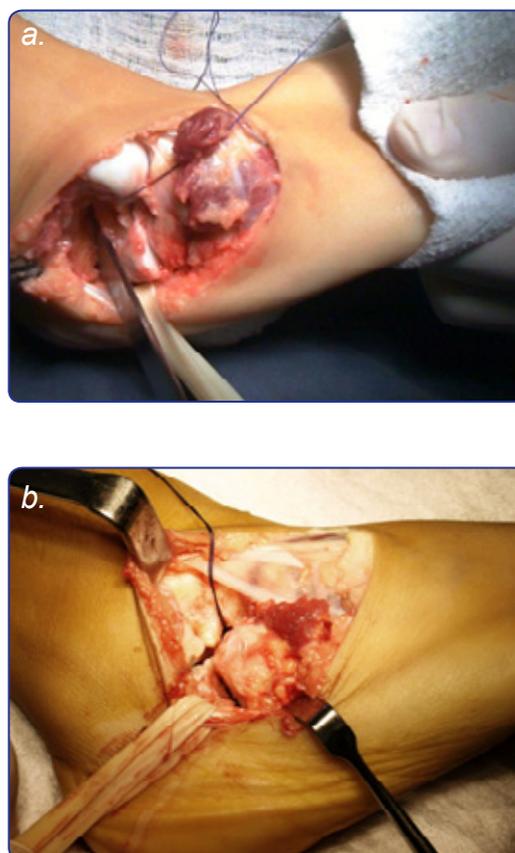


Figura 16. a) Osteotomía del calcáneo por detrás de la articulación calcáneo-cuboidea. b) Osteotomía completa en el calcáneo.

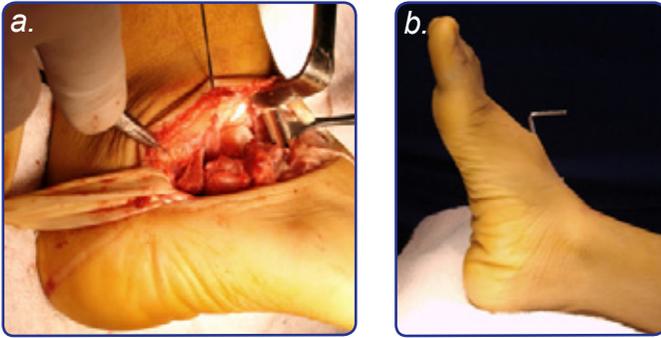


Figura 17. a) Injerto bicortical colocado dentro de la osteotomía del calcáneo y anclado por debajo del cuello del astrágalo. b) Restitución del arco longitudinal interno.

El injerto en posición permite alargar la columna externa, estabilizar el astrágalo en posición de corrección y disminuir la tensión a la cual está siendo sometida la transferencia tendinosa por la memoria displásica y dinámica del astrágalo que busca su posición original en inclinación plantar.

En casos seleccionados puede implementarse la tenoplastia de acortamiento del tibial posterior. Se realiza un abordaje interno inmediatamente por arriba de la inserción del tibial posterior en el escafoides. Se expone el trayecto del tendón y se realiza una sutura de tensión acortándolo aproximadamente 1 cm, mediante una sutura en cruz, con lo cual se complementa la suspensión de la bóveda plantar interna (figura 18).



Figura 18. Tenoplastia de acortamiento del tibial posterior del arco longitudinal interno.

Los estudios radiográficos de control posoperatorio deben mostrar la reducción concéntrica de la articulación astrágalo-escafoidea (figura 19). En la mayoría de los casos puede observarse una hipercorrección con subluxación plantar del escafoides en relación a la cabeza del astrágalo. Esta condición es deseable, pues los pies con esta patología tienden a perder algo de corrección en el tiempo. No se ha encontrado en nuestras series, y tampoco se refieren en la literatura, casos de hipercorrección.

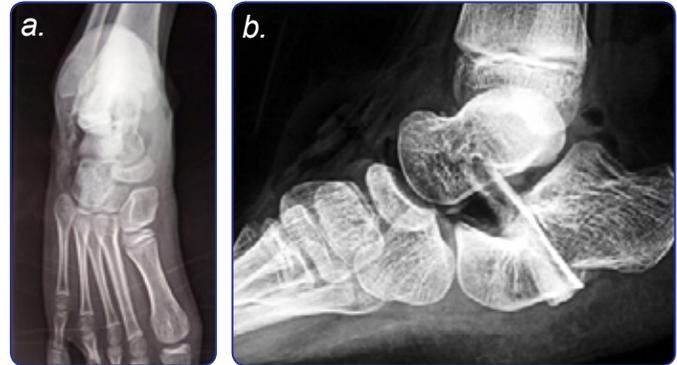


Figura 19. Radiografía posoperatoria inmediata. a) Proyección AP: se aprecia la reducción concéntrica de la articulación astrágalo-escafoidea, así como el alargamiento de la columna externa del pie por la osteotomía de Evans 2. b) Proyección lateral: se observa la reducción concéntrica de la articulación astrágalo-escafoidea, con subluxación inferior del escafoides (hipercorrección). Se aprecia el injerto bicortical introducido dentro de la osteotomía del calcáneo y su vértice superior apoyado por debajo del cuello del astrágalo en el orificio de la transferencia tendinosa.

### Manejo posoperatorio

Para los pacientes de los grupos 1, 2 y 3, después del retiro de la inmovilización se adapta un soporte ortésico consistente en plantillas rígidas con cuña interna en talón y soporte escafoideo, el cual debe utilizar el paciente hasta la madurez esquelética y con las cuales se busca la posición en varo del retropié y la supinación del pie (37).

### Complicaciones

La necrosis avascular del astrágalo es una complicación única de la cirugía del AVC. Esta complicación fue reportada más frecuentemente en la literatura antigua y se asoció con la liberación en 2 etapas y con cirugías extensas. En los últimos años, las publicaciones de Kodros y Dias (36), Seimon (29), Stricker y Rosen (30) y Mazzocca y cols. (27) no han reportado casos de necrosis avascular del astrágalo. Con la liberación amplia realizada durante la cirugía se reporta la necrosis avascular del escafoides como principal complicación, que ocurre en el 31,2 % de los casos. En nuestra serie de casos nunca hemos visto necrosis avascular del escafoides ni del astrágalo. Hemos encontrado casos de necrosis avascular del escafoides en pacientes intervenidos por abordajes internos en otras instituciones y con recidiva de la deformidad (37).

Se ha reportado que durante el primer o segundo año después de la cirugía la deformidad puede volver a ocurrir, por lo general secundaria a la corrección parcial. La corrección parcial puede ocurrir debido a la reducción incompleta de la articulación astrágalo-escafoidea, a liberación posterior del

tobillo insuficiente o a la abducción residual del antepié (30). La recurrencia de la deformidad también puede atribuirse a causas neurológicas, especialmente en pacientes con espina bífida. Kodros y Dias reportaron una alta tasa de recurrencia en pacientes con espina bífida y se cree que en estos casos la recurrencia puede ser secundaria a una médula espinal anclada u otras anomalías neurológicas (36).

Las complicaciones tardías incluyen restricción del movimiento en el tobillo y en el pie, lo que puede contribuir a la atrofia muscular de la pantorrilla. Esto a su vez puede contribuir a la fatiga fácil de la extremidad afectada (27).

## Evolución y pronóstico

En general, la evolución y el pronóstico son buenos. La evolución normal inicial después del manejo quirúrgico es buena para la mayoría de los pacientes. Puede ocurrir atrofia moderada de la pantorrilla y un pie de menor tamaño, lo cual es más evidente en los casos unilaterales. El arco de movimiento del tobillo es de aproximadamente el 75 % de lo normal (2, 18, 19).

Si se produce necrosis avascular del astrágalo los resultados no son tan buenos debido al dolor en el tobillo, a la rigidez y a la debilidad (27).

Se espera que aparezca osteoartritis del tobillo y de la articulación subastragalina a largo plazo, a pesar del tratamiento quirúrgico realizado (27, 31).

## Referencias bibliográficas

- McKie J, Radomisl T. Congenital vertical talus: a review. *Clin Podiatr Med Surg* 2010; 27(1): 145-56.
- Adelaar RS, Williams RM, Gould JS. Congenital convex pes valgus: results of an early comprehensive release and a review of congenital vertical talus at Richmond Crippled Children's Hospital and the University of Alabama in Birmingham. *Foot Ankle* 1980; 1(2): 62-73.
- Da Paz AC Jr, de Souza V, de Souza DC. Congenital convex pes valgus. *Orthop Clin North Am* 1978; 9: 207-18.
- DeRosa GP, Ahlfeld SK. Congenital vertical talus: the Riley experience. *Foot Ankle* 1984; 5(3): 118-24.
- Dodge LD, Ashley RK, Gilbert RJ. Treatment of the congenital vertical talus: a retrospective review of 36 feet with long-term follow-up. *Foot Ankle* 1987; 7(6): 326-32.
- Drennan J. Congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77: 1916-23.
- Oppenheim W, Smith C, Christie W. Congenital vertical talus. *Foot Ankle* 1985; 5(4): 198-204.
- Aroojis AJ, King MM, Donohoe M, Riddle EC, Kumar SJ. Congenital vertical talus in arthrogyposis and other contractural syndromes. *Clin Orthop Relat Res* 2005; (434): 26-32.
- Clark MW, D'Ambrosia RD, Ferguson AB. Congenital vertical talus: treatment by open reduction and navicular excision. *J Bone Joint Surg Am* 1977; 59(6): 816-24.
- Jackson D. Acquired vertical talus due to burn contractures report of two cases. *J Bone Joint Surg Br* 1978; 60-B(2): 215-8.
- Duncan RD, Fixsen JA. Congenital convex pes valgus. *J Bone Joint Surg Br* 1999; 81(2): 250-4.
- Eyre-Brook AL. Congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br* 1967; 49(4): 618-27.
- Griffin DW, Daly N, Karlin JM. Clinical presentation of congenital convex pes valgus. *J Foot Ankle Surg* 1995; 34(2): 146-52.
- Jacobsen ST, Crawford AH. Congenital vertical talus. *J Pediatr Orthop* 1983; 3(3): 306-10.
- Lloyd-Roberts GC, Spence AJ. Congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br* 1958; 40-B(1): 33-41.
- Drennan JC, Sharrard WJW. The pathological anatomy of convex pes valgus. *J Bone Joint Surg* 1971; 53-B(3): 455-61.
- Fitton JM, Nevelös AB. The treatment of congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br* 1979; 61-B(4): 481-3.
- Støren H. Congenital convex pes valgus with vertical talus. *Acta Orthop Scand* 1967; Suppl 94: 1-104.
- Støren H. On the closed and open correction of congenital convex pes valgus with a vertical astragalus. *Acta Orthop Scand* 1965; 36(3): 352-8.
- Sullivan JA. Pediatric flatfoot: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg* 1999; 7(1): 44-53.
- Alaee F, Boehm S, Dobbs MB. A new approach to the treatment of congenital vertical talus. *J Child Orthop* 2007; 1(3): 165-74.
- Bhaskar A. Congenital vertical talus: treatment by reverse Ponseti technique. *Indian J Orthop* 2008; 42(3): 347-50.
- Bhaskar A. Congenital vertical talus: treatment by reverse Ponseti technique. *Indian J Orthop* 2008; 42(3): 347-50.
- Dobbs MB, Purcell DB, Nunley R, Morcuende JA. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 88(6): 1192-200.
- Dobbs MB, Purcell DB, Nunley R, Morcuende JA. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2007; 89 Suppl 2 Pt.1: 111-21.
- Coleman SS, Stelling FH 3rd, Jarrett J. Pathomechanics and treatment of congenital vertical talus. *Clin Orthop Relat Res* 1970; 70: 62-72.
- Mazzocca AD, Thomson JD, Deluca PA, Romness MJ. Comparison of the posterior approach versus the dorsal approach in the treatment of congenital vertical talus. *J Pediatr Orthop* 2001; 21(2): 212-7.
- Walker AP, Ghali NN, Silk FF. Congenital vertical talus. The results of staged operative reduction. *J Bone Joint Surg Br* 1985; 67(1): 117-21.
- Seimon LP. Surgical correction of congenital vertical talus under the age of 2 years. *J Pediatr Orthop* 1987; 7(4): 405-11.
- Stricker SJ, Rosen E. Early one-stage reconstruction of congenital vertical talus. *Foot Ankle Int* 1997; 18(9): 535-43.
- Saini R, Gill SS, Dhillon MS, Goyal T, Wardak E, Prasad P. Results of dorsal approach in surgical correction of congenital vertical talus: an Indian experience. *J Pediatr Orthop B* 2009; 18(2): 63-8.

32. Lamy L, Weissman L. Congenital convex pes planus. *J Bone Joint Surg* 1939; 21: 79-91.
33. Osmond-Clarke H. Congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br* 1956; 38-B(1): 334-41.
34. Herndon CH, Heyman CH. Problems in the recognition and treatment of congenital pes valgus. *J Bone Joint Surg Am* 1963; 45: 413-29.
35. Ogata K, Schoenecker PL, Sheridan J. Congenital vertical talus and its familial occurrence: an analysis of 36 patients. *Clin Orthop Relat Res* 1979; (139): 128-32.
36. Kodros SA, Dias LS. Single-stage surgical correction of congenital vertical talus. *J Pediatr Orthop* 1999; 19(1): 42-8.
37. Mantilla J, Ochoa G. Astrágalo vertical congénito. Protocolo terapéutico. Monografía. Hospital Infantil Universitario de San José. Servicio de Ortopedia Infantil. Bogotá: Universidad El Bosque; 2010.
38. Colton CL. The surgical management of congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br* 1973; 55(3): 566-74.
39. Ester AR. Altered transmission of HOX and apoptotic SNPs identify a potential common pathway for clubfoot. *Am J Med Genet A* 2009; 149A: 2745-52.
40. Bosker BH, Goosen JH, Castelein RM, Mostert AK. Congenital convex pes valgus (congenital vertical talus). The condition and its treatment: a review of the literature. *Acta Orthop Belg* 2007; 73(3): 366-72.
41. Duckworth T, Smith TWD. The treatment of paralytic convex pes valgus. *J Bone Joint Surg* 1974; 56-B(2): 305-13.
42. Jacobsen ST, Crawford AH. Congenital vertical talus. *J Pediatr Orthop* 1983; 3(3): 306-10.
43. Greenberg AJ. Congenital vertical talus and congenital calcaneovalgus deformity: a comparison. *J Foot Surg* 1981; 20(4): 189-93.
44. Harrold AJ. Congenital vertical talus in infancy. *J Bone Joint Surg Br* 1967; 49(4): 634-43.
45. Harrold AJ. The problem of congenital vertical talus. *Clin Orthop Relat Res* 1973; (97): 133-43.
46. Jacobs M. Congenital vertical talus. *Tex Med* 1963; 59: 864-7.
47. Hamanishi C. Congenital vertical talus: classification with 69 cases and new measurement system. *J Pediatr Orthop* 1984; 4(3): 318-26.
48. Lichtblau S. Congenital vertical talus. *Bull Hosp Joint Dis* 1978; 39(2): 165-79.
49. Napiontek M. Congenital vertical talus: a retrospective and critical review of 32 feet operated on by peritalar reduction. *J Pediatr Orthop B* 1995; 4(2): 179-87.
50. Robbins H. Naviclectomy for congenital vertical talus. *Bull Hosp Joint Dis* 1976; 37(2): 77-97.
51. Dobbs MB, Gurnett CA, Pierce B, Exner GU, Robarge J, Morcuende JA, Cole WG, Templeton PA, Foster B, Bowcock AM. HOXD10 M319K mutation in a family with isolated congenital vertical talus. *J Orthop Res* 2006; 24(3): 448-53.
52. Dobbs MB, Gurnett CA, Robarge J, Gordon JE, Morcuende JA, Bowcock AM. Variable hand and foot abnormalities in family with congenital vertical talus and CDMP-1 gene mutation. *J Orthop Res* 2005; 23(6): 1490-4.
53. Dobbs MB, Schoenecker PL, Gordon JE. Autosomal dominant transmission of isolated congenital vertical talus. *Iowa Orthop J* 2002; 22: 25-7.
54. Gurnett CA, Keppel C, Bick J, Bowcock AM, Dobbs MB. Absence of HOXD10 mutations in idiopathic clubfoot and sporadic vertical talus. *Clin Orthop Relat Res* 2007; 462: 27-31.
55. Levinsohn EM, Shrimpton AE, Cady RB, Packard DS, Hootnick DR. Congenital vertical talus in four generations of the same family. *Skeletal Radiol* 2004; 33(11): 649-54.
56. Marcinko DE, Azzolini TJ, Mariash SA. Enigma of pediatric vertical talus deformity. *J Foot Surg* 1990; 29(5): 452-8.
57. Merrill BS. Skeletal muscle abnormalities and genetic factors related to vertical talus. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469(4): 1167-74.
58. Schwering L. Surgical correction of the true vertical talus deformity. *Oper Orthop Traumatol* 2005; 17(2): 211-31.
59. Searfoss R. Vertical talus of unusual etiology. Case report. *J Bone Joint Surg Am* 1975; 57: 409-11.
60. Shrimpton. A HOX gene mutation in a family with isolated congenital vertical talus and Charcot-Marie-Tooth disease. *Am J Hum Genet* 2004; 75: 92-6.
61. Stern HJ, Clark RD, Stroberg AJ, Shohat M. Autosomal dominant transmission of isolated congenital vertical talus. *Clin Genet* 1989; 36(6): 427-30.
62. Julia S, Pedespan JM, Boudard P, Barbier R, Gavilan-Cellie I, Chateil JF, Lacombe D. Association of external auditory canal atresia, vertical talus, and hypertelorism: confirmation of Rasmussen syndrome. *Am J Med Genet* 2002; 110(2): 179-81.
63. Specht EE. Congenital paralytic vertical talus. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am* 1975; 57(6): 842-7.
64. Hoiness PR. Grice arthrodesis in the treatment of valgus feet in children with myelomeningocele: a 12.8-year follow-up study. *J Child Orthop* 2009; 3: 283-90.
65. Thometz MRI. Pathoanatomy study of congenital vertical talus. *J Pediatr Orthop* 2010; 30: 460-4.
66. Drennan JC. Congenital vertical talus. *Instr Course Lect* 1996; 45: 315-22.
67. Ochoa G. Pie equino varo congénito idiopático (segunda parte). *Rev Col Or Tra* 1996; 10(2): 112-38.
68. Reimann IM. Pathology of congenital metatarsus varus and its relationship to other congenital deformities of the foot. *Orthop Clin North Am* 1978; 9(1): 219-24.
69. Outland T, Sherk HH. Congenital vertical talus. *Clin Orthop* 1960; 16: 214-8.
70. Klein DM, Merola AA, Spero CR. Congenital vertical talus with a talocalcaneal coalition. *J Bone Joint Surg Br* 1996; 78(2): 326-7.
71. Zorer G, Bagatur AE, Dogan A. Single stage surgical correction of congenital vertical talus by complete subtalar release and peritalar reduction by using the Cincinnati incision. *J Pediatr Orthop B* 2002; 11(1): 60-7.
72. Grice DS. An extra-articular arthrodesis of the subastragalar joint for the correction of paralytic flat feet in children. *J Bone Joint Surg Am* 1952; 34: 927-56.
73. Grice DS. Further experience with extra-articular arthrodesis of the subtalar joint. *J Bone Joint Surg Am* 1955; 37: 246-365.
74. McCall RE, Lillich JS, Harris JR, Johnston FA. The Grice extraarticular subtalar arthrodesis: a clinical review. *J Pediatr Orthop* 1985; 5(4): 442-5.
75. Evans D. Relapsed club foot. *J Bone Joint Surg* 1961; 43B(4): 722-33.
76. Evans D. Calcaneovalgus deformity. *J Bone and Joint Surg* 1975; 57B: 270.
77. Masterson E, Borton D, Stephens MM. Peroneus longus tendon sling in revision surgery for congenital vertical talus: a new surgical technique. *Foot Ankle* 1993; 14(4): 186-8.