

PUBLICACIONES MEDICAS OXFORD

Pie Equino Varo Congénito

Pie Equino Varo Congenito

Fundamentos del Tratamiento

Segunda Edición

IGNACIO V. PONSETI

Profesor Emérito,
Departamento de Cirugía Ortopédica,
Universidad de Iowa
Iowa City, Iowa

Oxford Nueva York Tokio
PRENSA UNIVERSITARIA OXFORD
1996

OXFORD

PRENSA UNIVERSITARIA

Great Caledon Street, Oxford OX2 6DP

La Prensa Universitaria Oxford es un Departamento de la Universidad de Oxford
Cumple los objetivos de excelencia de la Universidad en investigación, becas, y
educación al publicar en Oxford, Nueva York
Atenas, Auckland, Bangkok, Bogotá, Buenos Aires, Calcuta
Ciudad del Cabo, Chennai, Dar es Salaam, Nueva Delhi, Florencia, Hong Kong,
Estambul, Karachi, Kuala Lumpur, Madrid, Melbourne, Cd. de México, Bombay,
Nairobi, Paris, San Paulo, Shangai, Singapur, Taipei, Tokio, Toronto, Varsovia, y
compañías asociadas en Berlín Ibadan

Oxford es una marca registrada de la Prensa Universitaria Oxford

En el Reino Unido y en algunos otros países

Publicado en los Estados Unidos por

La Prensa Universitaria Oxford inc., Nueva York

I.V. Ponseti 1996

Los derechos morales del autor han sido protegidos

Base de Datos de la Prensa Universitaria Oxford (autor)

Primera Publicación 1996

Reimpresión 2000

Segunda Edición 2008

Todos los derechos reservados. No se puede reproducir esta publicación, guardar en un sistema de información o transmitida en ninguna forma o concepto, sin el permiso previo por escrito de la Prensa Universitaria Oxford, o como expresamente lo indique la ley, o bajo los términos acordados con las organizaciones que tienen los derechos de copia. Cualquier solicitud para la reproducción fuera de los mencionados previamente deberá ser enviada al Departamento Legal de la Prensa Universitaria Oxford, a la dirección previamente mencionada.

No se puede circular este libro en con ninguna otra cubierta o portada y se le deben imponer estas condiciones a cualquiera que lo adquiera.

La información del catálogo de este libro esta disponible en la Librería Británica

Libreria del Congreso Catalogo en los Datos Publicados

Ponseti, I.V. (Ignacio V.), 1914-

Congenital Clubfoot: Fundamentals of Treatment/Ignacio V. Ponseti.

Incluye Indice

1. Pie Equino Varo I. Título. (DNLM: 1. Pie Equino Varo-Patología. 2. Pie Equino Varo-Tratamiento, WE 883 P798c 1996)

RD783.P65 1996 617.5'85-dc20 96-13336

ISBN 0 19 262765 1 (h/b)

Impreso en la Inglaterra

En papel libre de ácido por

Bookcraft (Bath) Ltd, Midsomer Norton, Avon

A mi esposa Helena Percas, Ph.D.
cuya entusiasmo y generosidad
han hecho este libro posible

Prefacio

Una nueva forma de tratamiento a base de manipulación para el Pie Equino Varo Congénito se inició en 1948 en el Hospital de la Universidad de Iowa. Nuestro tratamiento, apoyado por intervenciones quirúrgicas limitadas, y basado en un claro entendimiento de la anatomía funcional del pie, ha producido excelentes resultados en un alto porcentaje de los casos, como lo demuestra el estudio de los Dres. Cooper y Dietz (1995) en una reciente revisión de nuestros pacientes tratados hace 25-42 años. Aunque los pies equinovaros tratados son menos móviles que los pies normales, no existen diferencias significativas en la función de nuestros pacientes al compararlos con una población de edad similar nacida con pies normales.

El propósito de este libro es explicar porque un tratamiento ortopédico --- que aprovecha la respuesta biológica del tejido conectivo y hueso joven, a cambios correctivo en la posición, obtenidos gradualmente por manipulación y enyesado --- es la mejor opción para el tratamiento del pie equino varo congénito. Las liberaciones articulares y la cirugía ósea deben ser utilizado solo en los raros casos de pies muy severos con ligamentos tarsianos muy rígidos que no responden al estiramiento.

Presentaré en este libro, la anatomía macroscópica y microscópica de las estructuras del pie equino varo en fetos y bebés no natos, para ilustrar las anomalías básicas de la deformidad (Capítulos 2 y 3). La anatomía funcional del pie normal, esencial para el entendimiento del tratamiento de la deformidad en equino varo, se revisa en el Capítulo 4. La Fisiopatología del pie equino varo, basada en investigaciones biológicas recientes, es discutida en el Capítulo 5. El Capítulo 6 está dedicado a la historia clínica y el examen del paciente. El Capítulo 7 al tratamiento ortopédico del pie equino varo seguido de los pocos procedimientos quirúrgicos que utilizamos. Los resultados de nuestro tratamiento en pacientes que han sido seguidos por muchos años y los estudios radiográficos de los pies equinovaros tratados se discuten en los Capítulos 9 y 10. Los errores comunes y las deformidades iatrogénicas y como evitarlos le siguen en el Capítulo 11.

Espero, que los ortopedistas que utilizan la cirugía radical temprana, sin conocer que las deformidades de los huesos, articulaciones y ligamentos son reversibles en su mayor parte utilizando el método descrito en este libro, consideren nuestro método para el tratamiento del pie equino varo. Este tratamiento es económico y muy bien aceptado por el bebé y sus padres, y cumple con la mejor tradición Ortopédica.

Estoy en deuda con los muchos residentes, fellows, y miembros del staff quienes trabajaron conmigo a través de los años en los diferentes aspectos del tratamiento del pie equino varo; los Dres. Eugene N. Smoley, Jerry R. Becker, Jerónimo Campos, Sinesio Misol, Sterling J. Laaveg, Stuart L. Weinstein, Frederick R. Dietz, José A. Morcuende y Douglas M. Cooper por su trabajo en la investigación clínica; al Dr. Jerry Maynard por sus estudios de microscopía electrónica de los músculos de la pierna; al Dr. Víctor Ionasescu por sus estudios de la síntesis proteica en estos músculos; al Dr. Richard Brand por dirigir el trabajo en la cinética muscular; al Dr. Georges Y. El-Khoury por sus contribuciones con los estudios radiológicos y de Tomografía Computarizada; y al Dr. Ernesto Ippolito, ahora Profesor de la Universidad de Roma, por sus importantes descripciones de la patología de fetos con pie equino varo. A todos ellos, les estoy profundamente agradecido. Su amistad cercana a través de nuestro trabajo conjunto en este ambiente universitario ha sido una de las más grandes recompensas de mi vida profesional.

I.V.P.

Iowa City, Iowa y Puerto Pollensa, Mallorca.
Marzo de 1996

Prefacio a la Segunda Edición

La presente segunda edición y cuarta impresión de *Pie Equino Varo Congénito: Fundamentos de Tratamiento*, publicada originalmente en 1996, revela como y porque esta deformidad invalidante puede ser corregida sin cirugía siguiendo mi protocolo con precisión. En los últimos 10 años, he corregido mas de mil pies equinovaros, sin ninguna liberación quirúrgica de ligamentos o capsulas

articulares. Una tenotomía percutánea del Tendón de Aquiles, y ocasionalmente una transferencia del tendón del tibial anterior a la tercera cuña, es suficiente para que los pies se desarrollen en forma normal.

Ortopedistas, Podiatras, Terapistas Físicos y Asistentes médicos con manos expertas y el conocimiento básico de la biomecánica y biología del pie equino varo han publicado múltiples series de sus éxitos.

El descubrimiento reciente por genetistas y bioquímicos que mutaciones en la cadena pesada de la miosina fetal causan artrogriposis (Toydemir et al. 2006), sugiere que el pie equino varo se debe a un defecto congénito en la miosina fetal del músculo tibial posterior y los gastrosóleos en un niño que por lo demás es normal. Estos músculos anclan el pie fetal en supinación y equino, mientras el esqueleto continúa su crecimiento. Debido a que la miosina fetal es reemplazada por miosina normal después del nacimiento y a que los músculos y ligamentos se pueden elongar por estiramiento, el pie equino varo, si se corrige adecuadamente, puede mantenerse normal de por vida.

He agregado un nuevo capítulo sobre el tratamiento del Pie Equino Varo Complejo, para explicar como puede corregirse sin cirugía, mediante una modificación de mi protocolo original. Las liberaciones articulares no son una opción para corregir el pie equino varo. Resultan en cicatrización, debilidad, y comunmente dolor que persiste durante toda la vida.

Me encuentro en deuda con el Servicio de Impresión y Correo de la Universidad de Iowa por su ayuda profesional y edición de este libro.

Iowa City
Mayo 2008

I.V.P.

Referencias

- Cooper, D.M. y Dietz, F.R. (1995). Treatment of idiopathic clubfoot. A thirty-year follow up. *J Bone Joint Surg. (Am.)*, **77A**, 1477.
- Toydemir, R.M., Rutherford, A., Whitby, F.G. Jorde, L.B., Carey, J.C., y Bamshad, M.J. (2006). Mutations in embryonic heavy chain (MYH3) cause Freeman-Sheldon syndrome and Sheldon-Hall syndrome. *Nature Genetics*, **38**, 561

Contenidos

1	Introducción	1
2	Anatomía Patológica	6
3	Cambios estructurales de músculos, tendones y ligamentos de la pierna y tobillo	16
	Músculos	16
	Tendones	22
	Ligamentos	24
4	Anatomía funcional	30
5	Patogénesis	42
6	Historia clínica y exploración física	47
7	Tratamiento	53
	Cavo	56
	Varo y Adducción	59
	Equino	64
	Torsión Tibial	66
	Aplicación del Yeso	66
	Ferulización	69
	Cirugía	71
	A. Tendones.	72
	Tenotomía del Tendón de Aquiles	72
	Trasferencia del Tibial Anterior	73
	B. Ligamentos y Articulaciones	73
	C. Huesos.	76
	Cavo varo	76
	Triple Artrodesis	80
	Astragalectomía.	84
8	Recidivas	87
9	Resultados del Tratamiento	96
10	Estudio Radiológico de Pies Equinovaro Tratados	112
11	Errores en el Tratamiento	120
12	Tratamiento del Pie Equinovaro Complejo	126

1

Introducción

El pie equino varo es una de las deformidades congénitas más comunes. Muchos casos se asocian a enfermedades neuromusculares, anormalidades cromosómicas, síndromes mendelianos o no mendelianos, y en raros casos con causas extrínsecas. En el presente libro, nos limitaremos a estudiar la deformidad de pie equino varo congénito idiopático, que se presenta en niños por lo demás normales. En caucásicos, el trastorno se presenta en aproximadamente uno por mil; entre japoneses, ocurre con la mitad de esta frecuencia; en negros Sudafricanos ocurre con una frecuencia tres veces mayor y en los Polinesios ocurre 6 veces más frecuentemente. La relación masculino-femenino es de 3 a 1, y 40 por ciento de los casos son bilaterales (Chung et al. 1969; Yamamoto 1979; Cowell y Wein 1980; Carlidge 1984; Yang et al. 1987).

El pie equino varo congénito parece estar asociado con un origen genético (Rebbeck et al. 1993). En un estudio basado en 635 pacientes de Exeter, Inglaterra, Ruth Wynne-Davies (1946 a,b) calculó que si un niño en una familia tenía la deformidad, la posibilidad de tener un segundo hijo igual, era de 1 en 35. Idelberger (1939) examinó 174 gemelos con pie equino varo. En un 32.5 por ciento (1 en 3) de los gemelos idénticos (monocigóticos) ambos tenían pie equino varo, mientras que solo el 2.9 por ciento de los gemelos fraternales (dicigóticos), ambos tenían pie equino varo. Esta última cifra de 2.9 por ciento es la misma que la encontrada por Ruth Wynne-Davies para la incidencia de hermanos no gemelos en Exeter.

El pie equino varo congénito idiopático puede asociarse a otras anomalías congénitas. El metatarso aducto fue observado por Kite en 8 por ciento de 764 pacientes con pie equino varo unilateral (Kite 1930). En los 70 pacientes con pie equino varo que estudié con Laaveg, 36 tuvieron pie equino varo unilateral (Laaveg y Ponseti 1980). Ocho de estos (22.2) tenían metatarso aducto, una mayor incidencia que lo reportado por Kite. Entre los 1200 pacientes tratados por mí, tengo estimado pero no he reportado, una incidencia de metatarso aducto del 18 por ciento. Ruth Wynne-Davies (1964a) encontró laxitud articular en 17 a 18 por ciento de sus pacientes, una incidencia de hernia no mayor que en la población normal, un niño con luxación congénita de cadera y 4 a 5 por ciento con otras deformidades tales como bandas constrictivas, sindactilia, polidactilia y ausencia de dedos.

La patología, la anatomía funcional del pie equino varo, y los cambios estructurales en sus ligamentos, tendones y músculos deben ser bien entendidos para poder plantear las bases sólidas de un tratamiento temprano y no quirúrgico de esta deformidad. El pie equino varo es una deformidad compleja tridimensional con cuatro componentes: equino, varo, aducto y cavo. Dado que las definiciones de los movimientos del pie y los movimientos de los huesos del tarso son confusas en la literatura ortopédica, pero básicos para entender la deformidad y su tratamiento, describiremos el sentido de la rotación de un hueso del tarso para el uso apropiado de los términos abducción/ aducción, flexión/ extensión, e inversión/eversión. De acuerdo con el método internacional SFTR, definimos estos términos de acuerdo a Russe y Gerhard (1975), según lo reportado por Van Langerlan (1983; Fig. 1).

- Aducción es aquel movimiento de uno de los huesos del tarso en el cual la parte distal de este hueso se mueve en dirección al plano medial del cuerpo;
- Abducción es el movimiento en la dirección opuesta;
- Flexión es aquel movimiento de un hueso del tarso en el cual la parte distal de ese hueso se mueve en dirección plantar;
- Extensión es el movimiento en la dirección opuesta;

2 Introducción

- Inversión es el movimiento de un hueso del tarso en el cual la superficie inferior del hueso se mueve en dirección al plano medial del cuerpo;
- Eversión es el movimiento en la dirección opuesta.

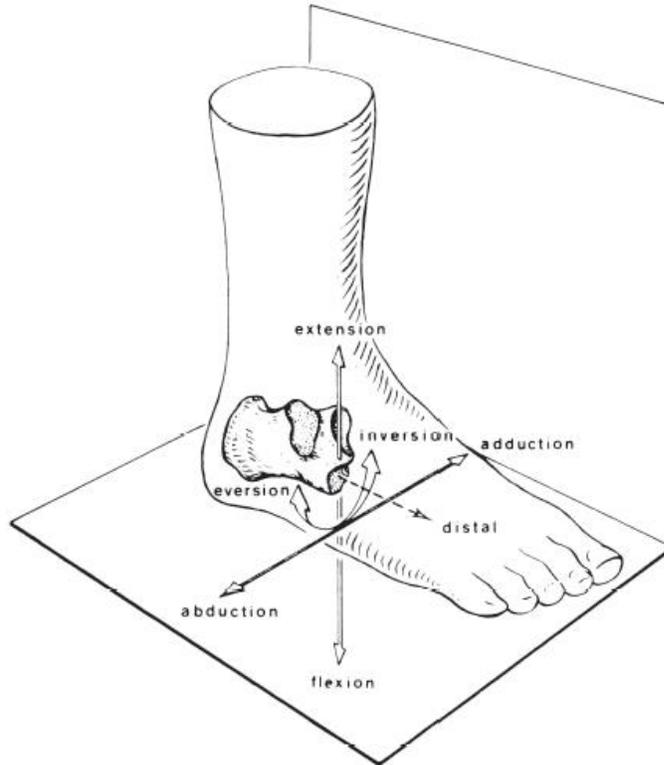


Figura 1. Definiciones de los movimientos para un hueso del tarso (calcáneo) con respecto a los planos del cuerpo (De Van Langelaan 1983).

Reservamos el término supinación para los movimientos combinados de aducción, flexión, e inversión, y el término pronación para los movimientos combinados de abducción, extensión y eversión.

El término de varo del talón se utiliza para movimientos de inversión y aducción del calcáneo, y el término de valgo del talón se utiliza para eversión y abducción del calcáneo.

El término supinación del antepie se utiliza para movimientos de inversión y aducción del mismo y el término pronación del antepie se utiliza para eversión y abducción del mismo.

Equino se refiere a un incremento en el grado de flexión plantar del pie.

Cavo hace referencia al incremento en la altura del arco plantar.

El tratamiento del pie equino varo ha sido controversial durante los últimos 150 años. Cuando llegué a la Escuela de Medicina de la Universidad de Iowa a completar mi entrenamiento en cirugía ortopédica en 1941, el pie zambo era tratado por diferentes miembros del staff, algunos con manipulaciones y yesos, otros fijando los pies en férulas de Denis Brown, y otros con el método de Kite (1930): removiendo algunas cuñas del yeso para corregir los componentes de la deformidad. La llave de Thomas era usada ocasionalmente para corregir deformidades residuales, pero finalmente la mayoría de los pacientes terminaba en cirugía. La técnica de Brockman para la liberación medial de la articulación subastragalina y del mediopie, era una de las cirugías más comunes realizadas en el departamento (Brockman 1930). Mis colegas y yo extendimos la liberación medial para incluir una liberación posterior, a menudo realizábamos una incisión lateral para liberar las articulaciones del tarso con el fin de alinear los huesos del tarso con las cuñas y metatarsianos (Le Noir 1966). La mayoría de las veces estas cirugías dejaban grandes cicatrices, rigidez articular y debilidad. Las técnicas de tratamiento y los resultados en nuestro

departamento antes de 1948 fueron reportados por Steindler, Le Noir y otros (Blumenfeld et al. 1946; Steindler 1950, 1955; Le Noir 1966).

Robert Jones de Liverpool y Londres, escribió en 1923 que él no había encontrado “ningún caso en el que la deformidad no pudiera ser corregida por completo, si el tratamiento se iniciaba en la primera semana de vida mediante manipulación y retención por 2 meses” (Jones 1923). Su experiencia no pudo ser reproducida en nuestro departamento, ni en otras clínicas que he visitado, y los resultados estaban lejos de ser perfectos después de un tratamiento muy prolongado. Al enfrentarme con estos desalentadores resultados, me propuse descubrir como un pie equino varo podía ser corregido a través de manipulaciones y yesos en un periodo de 2 meses después del nacimiento, como Robert Jones había dicho.

Aunque Kite, por muchos años fué el principal impulsor del tratamiento conservador del pie equino varo debería de ser elogiado por sus esfuerzos para tratar de resolver el problema del pie equino varo sin cirugía, su tratamiento era prolongado e insatisfactorio. Yo estaba decidido a descubrir las fallas que le impidieron llegar a los resultados que Robert Jones pregonaba. En 1960, visite a Kite en Atlanta durante unos pocos días para observar su método de tratamiento. En 1965, impartimos un curso juntos en Caracas Venezuela, durante el cual cada uno de nosotros aplicó yesos. Nuestros métodos tenían grandes diferencias.

Kite corregía cada componente de la deformidad por separado en lugar de simultáneamente, y aunque se las arregló para corregir el cavo y evitar la pronación del pie y sus consecuencias perjudiciales, la corrección del varo del talón le tomo una cantidad excesiva de tiempo ya que no se daba cuenta que el calcáneo debe ser abducido para poder ser evertido. Sin embargo, pudo obtener tener pies plantigrados. Entraré en más detalles en el capítulo 7 donde discutiré el tratamiento mediante manipulación.

De mis observaciones en la clínica y en el quirófano, me di cuenta que las fallas de los ortopedistas en el tratamiento del pie equino varo estaban relacionados, en parte, a un pobre conocimiento de la anatomía funcional del pie normal, así como la del pie equino varo. Sin entender esto, es imposible alterar las fuerzas que causan la deformidad y aplicar las manipulaciones correctoras adecuadas y mantenerlas con yesos. Estudie la anatomía patológica del pie equino varo. Disequé varios pies normales y tres pies equino varos de bebés nacidos muertos, y obtuve secciones seriadas de dos pies equino varos de un feto abortado de 17 semanas de gestación. Bajo la cineradiografía, estudié el rango de movimiento de las articulaciones del tarso de pies normales y pies equinovaros. Entrené mis dedos para palpar las articulaciones y huesos y sentir sus movimientos tanto en pies normales, como en pies equinovaros.

Basado en estos estudios, desarrollé y refiné, un tipo uniforme de tratamiento a finales de los 40's. Para finales de los 50's, cuando revisamos nuestros pacientes para un artículo de seguimiento a corto plazo (Ponseti y Smoley 1963), supe que había encontrado el tratamiento adecuado para el pie equino varo, un tratamiento que se ha seguido hasta la actualidad en nuestro departamento con resultados óptimos. Fellows que se han unido a nuestro programa de ortopedia pediátrica quedaron impresionados al descubrir la facilidad con la que la mayoría de los pies equino varos podían ser corregidos sin cirugía en un tiempo corto, en contraste con los pobres resultados experimentados en otros hospitales después de extensas manipulaciones, y cirugías. Aunque las recidivas eran frecuentes, por lo general 2 años después del tratamiento, la mayoría pueden ser tratadas con nuevas manipulaciones y yesos por cuatro o seis semanas o con una transferencia del tendón tibial anterior en casos severos.

La mayoría de los ortopedistas, sin embargo, eligen la cirugía sobre la manipulación como el mejor tratamiento para el pie equino varo. Esto explica los resultados decepcionantes obtenidos después de prolongadas manipulaciones erróneas y enyesado, por lo general llevado a cabo por asistentes que no están familiarizados con la complejidad de la deformidad. Para corregir la supinación severa el pie equino varo es forzado en pronación en lugar de abducido. Estas manipulaciones causan un aumento del cavo y distorsión severa de las articulaciones del tarso y mediopie, haciendo el tratamiento adicional, ya sea con manipulaciones o quirúrgico, muy difícil o imposible.

Las anomalías biológicas en el pie equino varo no han sido estudiadas con gran profundidad. Muchos ortopedistas que tratan pies equino varos desconocen la naturaleza de su anatomía y su cinemática, así como la patología de sus ligamentos, tendones y músculos, a pesar de que este conocimiento es esencial para el tratamiento de la deformidad. Esta falta de conocimiento ha dado lugar a grandes errores en el tratamiento. La mayoría de las publicaciones sobre el tema tratan de una gran variedad de procedimientos quirúrgicos bajo la suposición errónea de que una alineación temprana de los elementos esqueléticos desplazados resulta en una anatomía normal de los huesos, articulaciones, ligamentos, capsulas y músculos, así como la suposición errónea de que las imágenes radiológicas en edades tempranas se relacionan con la función a largo plazo, y que las cápsulas articulares y ligamentos se pueden reseca y los tendones pueden ser alargados con impunidad. Estos errores han dado lugar a pobres correcciones, mucho sufrimiento y una serie de deformidades iatrogénicas. En una publicación reciente (Simons 1994) de los trabajos presentados en un congreso sobre el pie equino varo, hay múltiples reportes sobre los procedimientos quirúrgicos, muchos de ellos aún no probados y algunos diseñados exclusivamente para el

4 Introducción

tratamiento de deformidades iatrogénicas. Los capítulos de esta publicación sobre las complicaciones del tratamiento quirúrgico del pie equino varo prueban las trágicas fallas de las cirugías tempranas.

Una corrección quirúrgica inmediata de los componentes del pie equino varo es anatómicamente imposible. Después de extensas disecciones para relajar las cápsulas, ligamentos, y alargamiento de tendones, las articulaciones del tarso no coinciden. Con el fin de mantener los huesos más o menos en la posición indicada, el cirujano es forzado a fijarlos con clavos. La liberación de cápsulas articulares y ligamentos, y el alargamiento de los tendones causa daño articular, rigidez, sobrecorrección o corrección insuficiente, y debilidad muscular. Los resultados funcionales a largo plazo de estas operaciones no han sido publicados. En mi experiencia la mayoría de los pies equino varos tratados quirúrgicamente se vuelven rígidos y dolorosos después de la segunda década de la vida. La mayoría de las mediciones radiográficas y clínicas que son usadas para evaluar el tratamiento son subjetivas en su naturaleza y no siempre reproducibles. Además, los resultados antes de finalizar la madurez esquelética no predicen el resultado funcional a largo plazo (Laaveg y Ponseti 1980; Cummings et al 1994; Dobbs et al 2006).

Un adecuado tratamiento ortopédico, basado en una sólida comprensión de la anatomía funcional de el pie y en la respuesta biológica del tejido conectivo joven, y los cambios en la dirección del cartílago y el hueso debido al estímulo mecánico pueden gradualmente reducir o casi eliminar estas deformidades en la mayoría de los pies equino varos. Menos del 5 por ciento de los niños con una deformidad muy severa, pies cortos, regordetes, y con ligamentos rígidos que no responden al estiramiento, requieren una atención especial (ver capítulo 12). Los padres de todos los niños con pie equino varo pueden estar seguros de que su bebé, cuando es tratado por manos expertas, tendrá un pie funcional, plantígrado, de aspecto normal, que no requiere de zapatos especiales y con una movilidad bastante buena.

Las guías para el método del tratamiento del pie zambo, que desarrollé en 1948, se describen con detalle en el capítulo 7, y son las siguientes:

1. Todos los componentes de la deformidad tienen que ser corregidas simultáneamente con la excepción del equino que debe corregirse al final.
2. El cavo que resulta de una pronación del antepie en relación con el retropié, es corregido cuando el pie es abducido al supinar el antepie colocandolo en una adecuada alineación con el retropié.
3. Mientras todo el pie se mantiene en supinación y flexión, puede ser gentil y gradualmente abducido alrededor del astrágalo el cual queda fijo en el tobillo aplicando presión con el pulgar contra la cara lateral de la cabeza del astrágalo y el dedo índice contra la superficie posterior del maléolo lateral.
4. El varo del talón y la supinación del pie serán corregidos cuando el pie este completamente abducido en rotación externa máxima alrededor del astrágalo. El pie no debe evertirse, la abducción excesiva debe de evitarse en casos de pie equino varo complejo.
5. Ahora el equino puede ser corregido con dorsiflexión del pie. El tendón de Aquiles puede requerir una tenotomía percutánea para facilitar esta corrección. El alargamiento tendinoso abierto es generalmente innecesario.

Las mismas guías se aplican en el tratamiento inicial del pie equino varo severo y rígido en pacientes con artrogriposis o con mielomeningocele. En estos pacientes, sin embargo, la deformidad es más difícil o incluso imposible de corregir satisfactoriamente. Cualquier mejoría en la alineación obtenida es rápidamente perdida después de retirar el yeso. Las recidivas ocurren aún después de extensas liberaciones del tarso. Sin embargo, la corrección parcial puede ser obtenida con manipulaciones y yesos y estas correcciones deben ser aceptadas cuando el pie sea plantígrado aunque tenga una función deficiente.

Referencias

- Blumenfeld, I., Kaplan, M., y Hicks, E.O. (1946). The conservative treatment for congenital talipes equinovarus. *J. Bone Joint Surg.*, **28**, 765.
- Brockman, F.P.(1930). *Congenital club foot*. John Wright, Bristol, and Simpkin Marshall, London.
- Cartledge, I. (1984). Observation on the epidemiology of club foot in Polynesian and Caucasian populations. *J. Med. Genet.*, **21**,290.
- Chung, C.S., Nemecheck, R.W., Larse, I.J., and Ching, G.H.S. (1969). Genetic and epideminological study of clubfoot in Hawaii. *Hum. Hered.*,**19**,321
- Cowell, H.R. and Wein, B.K. (1980). Genetic aspect of clubfoot. *J. Bone Joint Surg.*, **62A**, 1381.
- Cummings, R.J., Hay, R.M., McCluskey, W.P., Mazur, J.M., and Lovell, W.W.(1994).can clubfeet be evaluated accurately and reproducibly? In *The Clubfoot* (ed. G.W. Simons. Sringer-Verlag, New York.
- Dobbs, M.B., Nunley, R., Schoenecker, P.L. (2006). Long-term follow-up of patients with clubfeet treated with extensive soft-tissue release. *J. Bone Joint Surg.*, **88A**, 986.
- Idelberg, K. (1939). Die Ergebnisse der Zwillingsforschung beim angeborenen Klumpfuß. *Verhandlungen der Deutschen Orthopaedischen Gesellschaft*, **33**, 272.
- Jones, R. (1923). The treatment of clubfoot in the newly born. *Lancet*, **1**, 713.
- Kite, J.H. (1930). Non-operative treatment of congenital clubfeet. *Southern Med. J.*, **23**, 337
- Laaveg, S.J. and Ponseti, I.V. (1980). Long term results of treatment of congenital clubfoot. *J. Bone Joint Surg.*, **62A**, 23.
- LeNoir, J.(1966) *Congenital Idiopathic Talipes*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- Ponseti, I.V. and Smoley, E.N.(1963) congenital club foot: the results of treatment. *J. Bone Joint Surg.*, **45A**, 261.
- Rebbeck, T.R., Dietz, F.R., Murray, J.C., and Buetow, K.H. (1993). A single gene explanation for the probability of having Idiopathic Talipes equinovarus. *Am.J. Hum. Genet.*, **53**, 1051.
- Simons, G.W. (ed)(1994). *The clubfoot*. Springer-Verlag, New York.
- Steindler, A (1950). *Post-graduate lectures on orthopaedic diagnosis and indications*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- Steindler, A (1955). *Kinesiology of the human body*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- Van Langelaan, E.J. (1983). A Kinematical analysis of the tarsal joint. *Acta Orthop. Scand.*, **54** (suppl.204), 135.
- Wynne- Davies, R. (1946a). Family studies and cause of congenital clubfoot. *J. Bone Joint Surg.*, **46B**, 445
- Wynne- Davies, R. (1946b). talipes equinovarus. A review of eighty four cases after completion of treatment. *J. Bone Joint Surg.*, **46B**, 445.
- Yamamoto, H. (1979). A clinical, genetic and epidemiological study of congenital clubfoot. *Jpn J. Hum. Genet.*, **24**, 37.
- Yang, H., Chung, C.S., and Nemecek, R.W. (1987). A genetic analysis of clubfoot in Hawaii. *Genet. Epidemiol.*, **4**, 299.

2

Anatomía Patológica

La anatomía anormal del pie equino varo congénito fue bien descrita por Antonio Scarpa (1803) en su *Memoria Chirurgica sui piedi torti congeniti*. Observó el desplazamiento interno e inversión (rotados sobre su eje más corto), del escafoides, cuboides y del calcáneo en relación al astrágalo. El creía que las anomalías de los músculos, tendones y ligamentos del pie y la pierna eran secundarias a la deformidad esquelética.

En su libro, *Pie Equino Varo, sus causas, patología y tratamiento*, publicado por primera vez en 1866, William Adams (1973) describió sus hallazgos en treinta pies zambos y llegó a la conclusión de que la anomalía principal reside en la desviación medial y plantar del cuello y la cabeza del astrágalo y que esta anomalía era "una adaptación a la posición alterada del calcáneo y escafoides, siendo el resultado más que la causa de la deformidad".

Después de estas obras clásicas apareció un gran número de publicaciones sobre la anatomía anormal del pie equino varo. Unos cuarenta estudios científicos confiables se basan en estudios anatómicos de pies equino varos en fetos, en mortinatos sin tratamiento o infantes fallecidos (Bisell 1888, Virchow 1933, Bechtol y Mossman 1950; Iraní y Sherman 1963; Schlicht 1963; Settle 1963; Hjelmsstedt y Sahlstedt 1974; Howard y Benson 1993). Las numerosas publicaciones basadas en observaciones anatómicas informales realizados en la sala de operaciones en el curso de la cirugía de pie equino varo son a menudo poco confiables e incluso engañosas.

La anatomía del pie equino varo se entiende mejor mediante el estudio de los fetos de diferentes edades y los bebés después del nacimiento. Desde 1947, el doctor Ernesto Ippolito y yo hemos estudiado series de cortes histológicos de doce pies equino varos y cuatro pies normales de cuatro fetos con deformidades bilaterales y cuatro fetos con deformidades unilaterales, todos los fetos fueron abortados entre la 16 y 24 semanas de gestación. Estos estudios se complementaron con disecciones anatómicas de tres pies equino varos en mortinatos y tres pies equino varos de dos recién nacidos a término, muertos poco después de nacer, uno de estos últimos tenía una deformidad bilateral y el otro unilateral.

Un examen post-mortem completo de los fetos, incluyendo el sistema nervioso central en tres, no revelaron otras anomalías más que el pie equino varo. No se observó oligohidramnios en ninguno de los casos. La médula espinal de un feto se seccionó en serie para su estudio histológico y se encontró que era normal. Las piernas de cuatro fetos con pie equino varo bilateral se desarticulaban en la rodilla, mientras que las piernas de los otros fetos se seccionaron entre la rodilla y el tobillo. Los cortes histológicos en los pies normales y pies deformes de los fetos se cortaron aproximadamente en los planos sagital, frontal y transversal. Debido a que un pie equino varo se deforma en tres dimensiones, a menudo es imposible obtener cortes exactamente similares de un pie normal y un pie equino varo para su comparación. Tres pies equino varos de los fetos de 17 a 20 semanas de edad fueron seccionados en el plano frontal de la pierna y de la mortaja del tobillo.

Los especímenes fueron fijados, decalcificados, e incluidos en parafina. Varias secciones fueron teñidas, algunas de ellas con hematoxilina y eosina, y algunas con azul alciano, ácido periódico de Schiff y hematoxilina de Weigert, y otros con tricrómico de Masson. Las características morfológicas del pie equino varo y de los pies normales observadas en cada plano fueron descritas sólo después de un estudio completo de todas las series de cortes para obtener una clara idea de la disposición espacial de las estructuras del pie. El tamaño de los músculos y de las fibras musculares y la cantidad de tejido conectivo en los músculos, fascias y los tendones en las secciones del tercio medio e inferior de la pierna se compararon en las secciones teñidas con tricrómico de los miembros normales y de las extremidades con pie equino varo, y cualquier diferencia fue valorada.

La autopsia se realizó en dos recién nacidos a término, un muerto al nacer por asfixia, con pie equino varo unilateral, y el otro con pie equino varo bilateral muerto por un defecto cardíaco congénito a los tres días de edad. No se observaron otros defectos en los sistemas músculo-esquelético o nervioso central. Los pies equino varos y el pie normal fueron disecados. Los huesos, articulaciones, músculos, tendones y ligamentos se estudiaron cuidadosamente.

Un feto de diecisiete semanas obtenido cuando la madre murió en un accidente automovilístico, tenía el pie zambo bilateral, flexible en el derecho y severo en el izquierdo (Fig. 2).

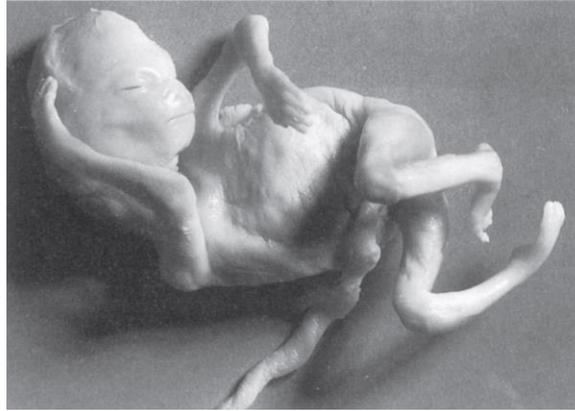


Fig. 2 Masculino (17 semanas de edad fetal) de 90 mm (coronilla hasta el cóccix) con pie equino varo bilateral, leve en el derecho, severo en el izquierdo, anclado en supinación por la fuerza del músculo tibial posterior.

Se realizaron cortes en serie ambos pies y ambas piernas en el plano frontal del tobillo. Debido a la deformidad en supinación y aducción de ambos pies, las secciones de la parte media y anterior de ambos pies estaban en un plano muy oblicuo.

En el pie izquierdo el escafoides estaba desplazado medialmente, invertido y su tuberosidad estaba muy cerca del maléolo medial (Fig. 3B). El escafoides estaba acunado por lo que sus cara lateral y plantar eran estrechas. Había tres articulaciones razonablemente bien desarrollada entre el astrágalo y el calcáneo. El tendón del tibial posterior era muy grande y su vaina muy gruesa (Fig. 3F). Los ligamentos tibio-escafoideo y calcáneo-escafoideo estaban muy gruesos, cortos y muy celulares (Fig. 3D). La capa profunda del ligamento deltoideo era gruesa y parecía haber sido jalada hacia la articulación entre el maléolo interno y el astrágalo (Fig. 3D). El ligamento interóseo astrágalo-calcáneo en el seno del tarso estaba formado por filamentos delgados de fibras de colágena que estaban casi desprovistas de células.

En el pie derecho el escafoides era de forma casi normal y estaba menos desplazado medialmente que el escafoides en el pie izquierdo (Fig. 3A). El talón estaba desplazado en varo y el pie supinado (Figs. 3A, 3C y 3E). Todos los tendones y vainas de los tendones eran de un tamaño casi normal, excepto que el tendón del tibial posterior era muy grueso en su inserción (Fig. 3E). Los ligamentos tibioescafoideo y calcaneo-escafoideo eran gruesos, pero los otros ligamentos eran de espesor y longitud casi normal (fig. 3C). La capa profunda del ligamento deltoideo estaba interpuesto entre el maléolo interno y el astrágalo (Figuras 3C y 3E).

En ambos pies había un tejido fibroso denso situado entre el calcáneo y el escafoides, que simulaba una barra fibrosa calcáneo-escafoidea (Figuras 3A y 3B).

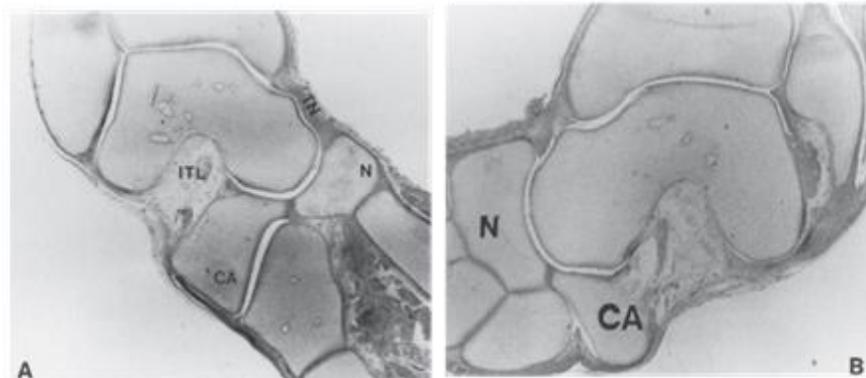


Fig. 3A y 3B. Secciones en el plano frontal a través de los maléolos del pie equino varo del feto de la Fig. 2. El pie derecho (A) está ligeramente supinado y en aducción. A este nivel el ligamento tibioescafoideo (TN) está ligeramente engrosado (hematoxilina y eosina, x9). El pie izquierdo (B) se encuentra en supinación y aducción severa. El ligamento tibio-escafoideo (TN) es corto y grueso. El escafoides (N) está ligeramente acunado lateralmente (hematoxilina y eosina, x 10). Hay tejido fibroso denso, entre el escafoides y el tubérculo anterior del calcáneo en ambos pies, posiblemente la etapa fetal de una barra calcaneo-escafoidea.

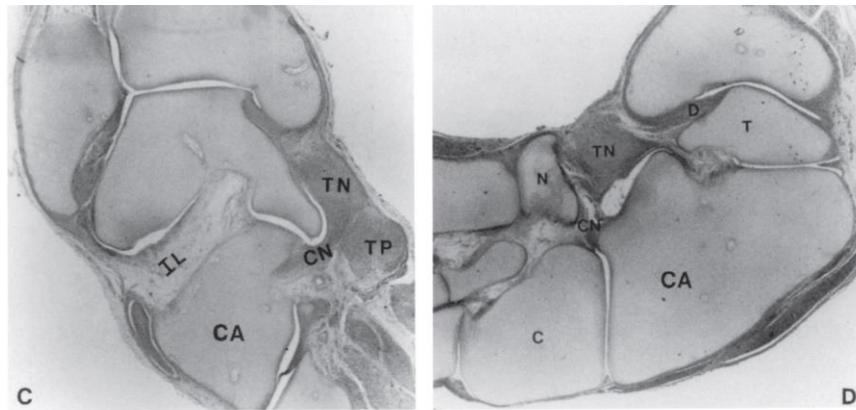


Fig. 3C y 3D. En la secciones posteriores a las que se muestran en la Fig. 3 A y B, la capa profunda del ligamento deltoideo en ambos pies parece haber sido jalada entre el astrágalo y el maléolo medial. El ligamento tibioescafoideo (TN) es muy grueso y más corto en el izquierdo (D) que en el derecho (C) y se fusiona con el ligamento plantar corto calcaneoescapioideo (CN). En el pie derecho (C) el tendón tibial posterior (TP) es muy grueso. El ligamento interóseo astrágalo-calcáneo (IL) es fino y laxo (hematoxilina y eosina, x10). CA = calcáneo, C = cuboides.

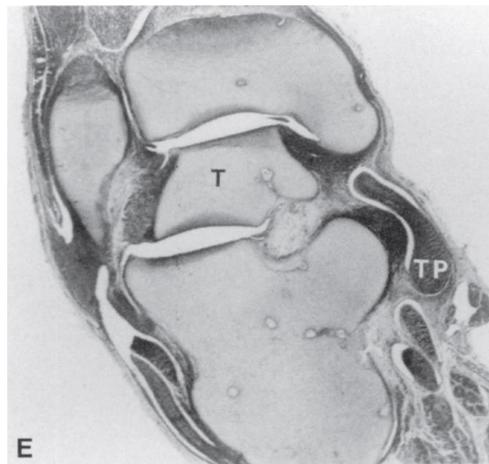


Fig. 3E. En una sección posterior del pie derecho a la que se muestra en la figura 3C, la articulación subastragalina se ve bien desarrollada. La capa profunda del ligamento deltoideo es muy gruesa y parece haber sido jalada entre el maléolo interno y el astrágalo (T). El tendón tibial posterior (TP) es grande. (Tricrómico de Masson, x 10).

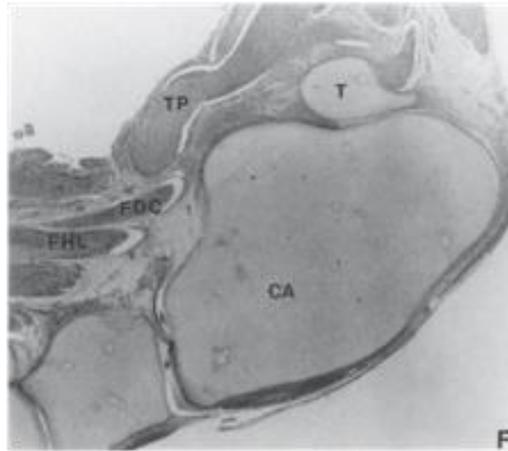
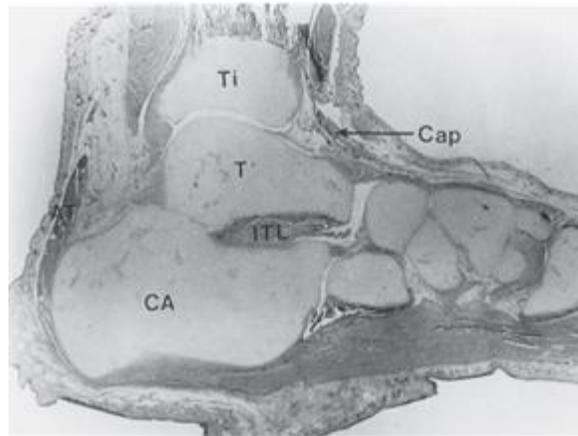


Fig. 3 F. En una sección posterior a la que se muestra en la fig. 3D, el pie parece estar en posición de varo severo y sólo el tubérculo posterior del astrágalo (T) se ve, mientras que el calcáneo (CA) se corta en un plano que se extiende en toda su longitud. El tendón tibial posterior (TP) es mucho más grueso que los tendones flexor común de los dedos (FDC) y el flexor largo del primer orjejo (FLH), de un tamaño casi normal (hematoxilina y eosina, x 10).

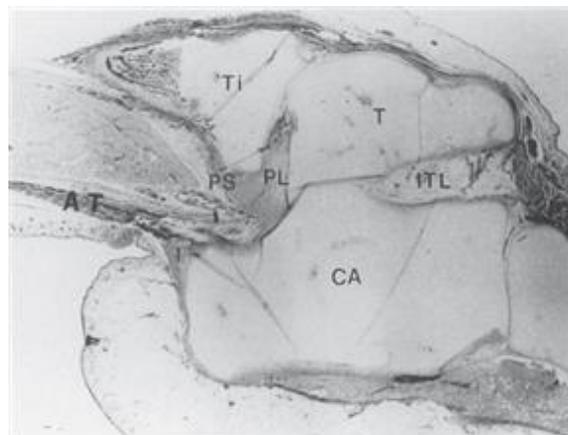
En todos los pies equino varos, el astrágalo se encontraba en flexión severa. El cuerpo del astrágalo era pequeño y alterado en su forma. Generalmente, la altura de la tróclea estaba reducida. La parte anterior de la tróclea era más gruesa y en algunos casos igual que la parte posterior. Sólo la parte posterior de la tróclea articulaba con la mortaja del tobillo. La parte anterior estaba cubierta por la cápsula anterior estrecha y delgada de la articulación del tobillo. En casos severos, las superficies posteriores de la parte baja tanto de la tibia y del peroné estaban en contacto con la cara superior de la tuberosidad posterior del calcáneo. (Figs 4A y 4B). Por lo tanto, la parte posterior del cuerpo del astrágalo, que no está cubierta por cartilago articular, era intra-articular. En un caso severo, el astrágalo estaba ligeramente invertido en la articulación del tobillo. El cuello del astrágalo tenía desviación medial y plantar. La cabeza estaba acuñaada. Había dos superficies de la cabeza del astrágalo: la cara anterolateral, descubierta por el desplazamiento del escafoides, cubierta sólo por la cápsula articular elongada y la piel; la superficie anteromedial extendida sobre la superficie interna del cuello y articulada con el escafoides (Fig. 7B).

El escafoides estaba aplanado por completo o acuñaado lateralmente y severamente desplazado medialmente, aducido, e invertido. La tuberosidad medial era grande y muy cercana al maléolo medial, presentando un área amplia para la inserción del ensanchado tendón del tibial posterior. Este tendón también tenía una amplia inserción en la superficie plantar de la primera cuña (fig. 7A, 7B y 7C).

El cuerpo del calcáneo estaba consistentemente en flexión severa y discreto arqueamiento medial. En algunos casos era de la misma longitud y en otros más largo que el calcáneo de los controles normales. El calcáneo estaba en aducción e invertido debajo del astrágalo, y la mayor parte de la tuberosidad anterior del calcáneo estaba bajo la cabeza del astrágalo y no lateral a la misma como en los pies normales. Los ejes longitudinales del astrágalo y el calcáneo eran paralelos. El cuboides estaba medialmente desplazado e invertido frente al calcáneo. Sólo la parte medial de la tuberosidad anterior del calcáneo articulaba con el cuboides (Fig. 8).



A



B

Fig. 4A y 4B. Pie derecho normal de un feto de 20 semanas de edad (Fig. 4A) y pie equino varo derecho de un feto de 19 semanas de edad (Fig. 4B), seccionado en el plano sagital a través del centro de la articulación del tobillo.

En la (Fig.4B) la tibia (Ti) se articula sólo con la parte más posterior de la tróclea del astrágalo (T). Los ligamentos peroneo-astragalino posterior y el ligamento astrágalo-calcáneo posterior (PL) son llevados hacia adelante entre la superficie no articular posterior del astrágalo y la superficie articular inferior de la tibia y se unen, junto con el ligamento posterior (PS) de la sindesmosis tibioperonea inferior. El tendón de Aquiles (AT) es tenso y tiene una inserción de forma triangular (I) en la tuberosidad posterior del calcáneo. El ligamento interóseo astrágalo-calcáneo (ITL) en el seno del tarso es fino y con poca textura. El número y la distribución de los canales vasculares en los canales del astrágalo son similares en ambos pies. Hay en el talón una almohadilla grande de tejido conectivo laxo detrás y por debajo del calcáneo (hematoxilina y eosina, x7).

Las cuñas y los metatarsianos estaban siempre en aducción, pero tenían forma normal. En la medida que las relaciones de los componentes esqueléticos estaban moderada o severamente alterados, eran mejor vistos en algunos planos de secciones que en otros.

Las articulaciones subastragalinas eran muy anormales. La faceta anterior era muy pequeña o ausente, mientras que la media variaba en tamaño. En algunos pies la faceta media sólo cubría un área muy pequeña del sustentaculum del astrágalo (Fig. 5). En otros pies la articulación media era grande y en un pie estaba unida a la faceta posterior. La faceta posterior en el plano sagital era corta y en el plano frontal estaba horizontal en algunos casos, e inclinada lateralmente en otros casos. En los casos más severos, la faceta posterior se extendía sólo hasta la mitad de la superficie inferior del astrágalo, y a la parte correspondiente de la cara superior del calcáneo. Las porciones laterales de estas superficies no estaban articuladas y no estaban cubiertas por cartílago articular, incluso en las primeras etapas de la vida fetal. Del mismo modo, en un caso la tróclea del astrágalo tenía cartílago articular sólo en su parte media y posterior. Por otro lado, en la mayoría de las articulaciones subluxadas, el cartílago articular de las áreas no articuladas eran morfológica e histoquímicamente normales.

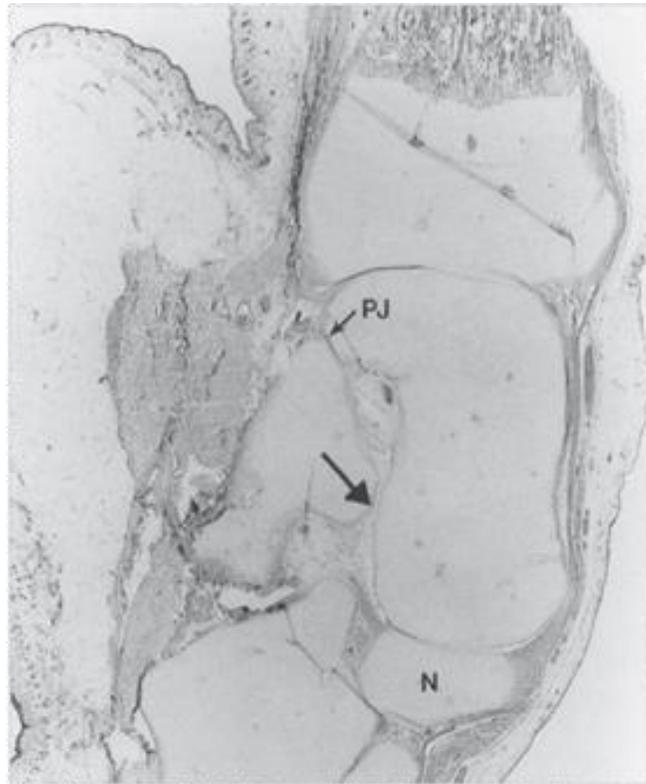


Fig. 5 Pie equino varo derecho de un feto de 19 semanas de edad seccionado en el plano sagital a través del tobillo y las articulaciones subastragalina posterior y media. La parte posterior de la articulación subastragalina (PJ) es muy pequeña y en el lugar de la articulación subastragalina media (flecha) hay tejido conjuntivo laxo y no hay cápsula articular. La parte más lateral del escafoides (N) está incluido en la sección. En la región del talón hay una gran cantidad de tejido conectivo laxo detrás del tobillo (hematoxilina y eosina, x7).

Tejido laxo con muchos vasos sanguíneos llena el vacío entre las superficies no articulares. No hemos observado adherencias entre las cápsulas y las superficies articulares. Se han descrito, sin embargo, fibrosis y adherencias de la cápsula articular y osificación en el cartílago no articular, en los pies zambos disecados en la vida fetal tardía y después del nacimiento también (Hjelmstedt y Sahlstedt 1974).

En el tobillo, los tendones del tibial anterior, el extensor largo de los dedos y el extensor largo del primer orjejo estaban severamente desplazados medialmente (Figs 6A y 6B). El tendón del tibial posterior era muy grande y más ancho en su inserción. Todos los ligamentos de la sindesmosis tibioperonea inferior eran muy gruesos. Los ligamentos posteriores a menudo forman una masa fibrosa unidos a los ligamentos peroneo-astragalino posteriores y a los ligamentos astrágalo-calcáneos posteriores. (Figuras 6A y 6B). El tejido fibroso de la capa profunda del ligamento deltoideo se encuentra entre las superficies contiguas del maléolo medial y la carilla articular medial del astrágalo (Hjelmstedt y Sahlstedt 1974).

En nuestros especímenes, algunos de los ligamentos y las cápsulas de las articulaciones afectadas parecían haberse adaptado a la posición alterada de la articulación debido a que estaban dobladas o estiradas, mientras que otros ligamentos eran cortos y gruesos. El ligamento astrágalo-calcáneo medial estaba notablemente engrosado. La parte anterior del ligamento deltoideo y el ligamento calcáneo-escafoideo plantar estaban cortos y gruesos en todos los pie equino varos que examinamos. En muchos casos estaban distorsionados y unidos a las vainas tendinosas adyacentes. El ligamento tibioastragalino posterior, peroneo-astragalino, y los ligamentos peroneo-calcáneos eran gruesos y cortos y, a menudo unidos con abundante tejido fibroso. En los casos muy severos, los ligamentos de la cara posterior de la articulación del tobillo estaban jalados hacia la articulación y sus inserciones en el astrágalo estaban cubiertas por la superficie articular de la tibia (Fig. 4B).

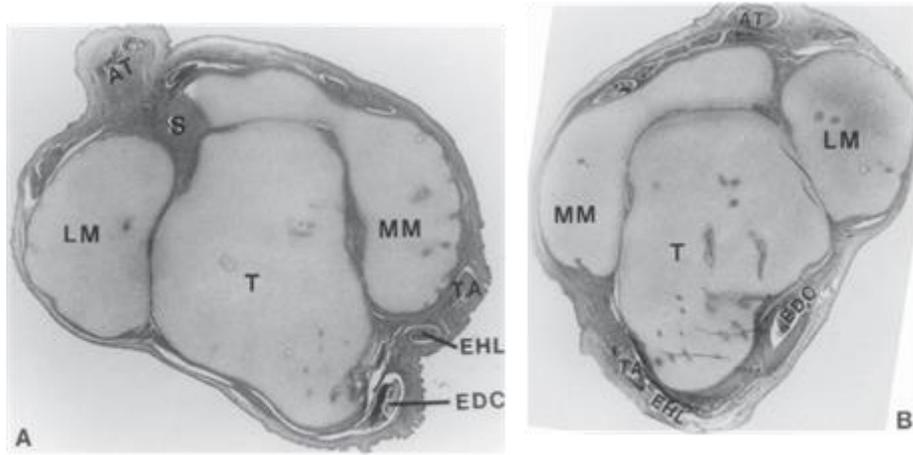


Fig. 6A y 6B. Pie equinovaro derecho (Fig. 6A) y pie izquierdo normal (Fig. 6B) de un feto de 16 semanas de edad: secciones comparables en el plano transverso a través del cuerpo y el cuello del astrágalo (T). Comparando los dos pies, los siguientes cambios se ven en el pie equino varo. El cuerpo del astrágalo es pequeño y deforme y el cuello está angulado medialmente; el tibial anterior (TA), extensor largo del primer orjejo (EDH), y el extensor común de los dedos (EDC), están muy desplazados medialmente; la capa profunda del ligamento deltoideo se interpone entre la faceta medial del astrágalo y el maléolo medial (MM); los ligamentos de la sindesmosis tibioperonea inferior (S) son muy gruesos, y el tendón de Aquiles (AT) es grande e hipertrófico a este nivel (hematoxilina y eosina, x 4.25).

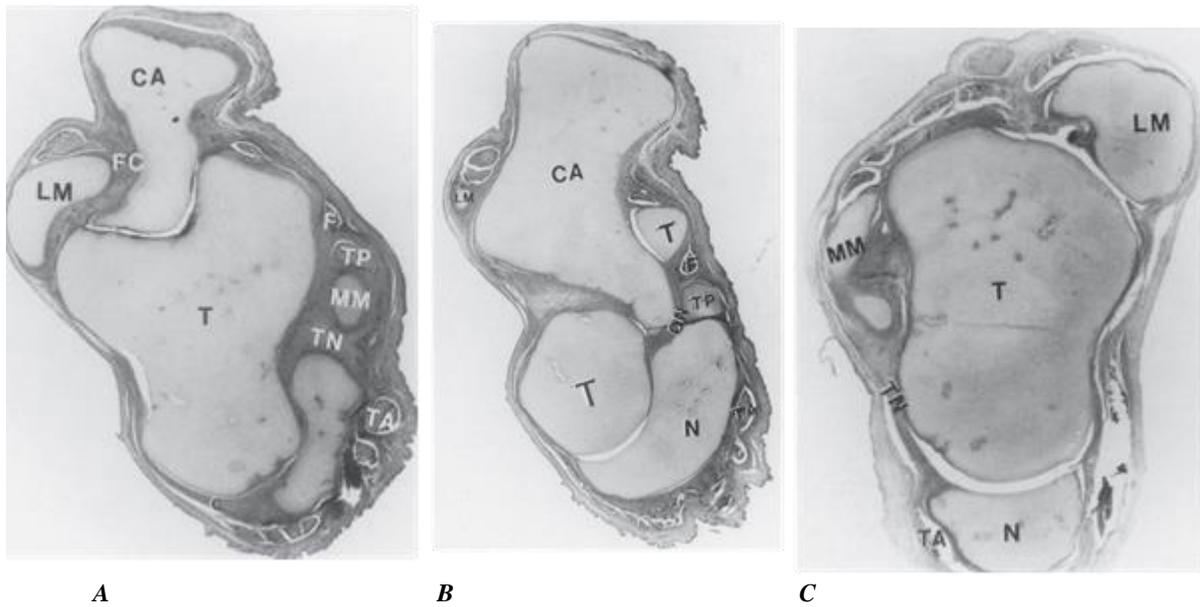


Fig. 7A, 7B y 7C Pie equinovaro derecho (Figs 7A y 7B) y pie izquierdo normal (Fig. 7C) de un feto de 16 semanas de edad, seccionado en el plano transversal a través de la articulación astrágalo-escafoidea. Las Figuras 7A y 7C son las secciones a través de la punta del maléolo medial (MM) de ambas extremidades. En el pi equino varo (Fig. 7A), el corte pasa a través del astrágalo (T) y el calcáneo (CA), pero en el pie normal (Fig. 7C) el corte pasa a través del astrágalo y por arriba del calcáneo. Figura 7B el corte es más distal a través de la punta del maléolo lateral (LM) de la extremidad con el pie equino varo.

En el pie equino varo (Fig.7A) el escafoides (N) está medialmente subluxado y su tuberosidad está cerca del maléolo medial. La parte lateral de la cápsula (C) de la articulación astrágalo-escafoidea está elongada, mientras que el ligamento tibio-escafoideo (TN) es muy grueso y corto. El tendón tibial posterior (TP) es grueso y tiene una inserción amplia en la tuberosidad del escafoides, que contiene un área de cartílago hialino (Fig. 7B). La vaina del tendón tibial posterior es gruesa, y el ligamento plantar calcáneo-escafoideo (CN) es corto. El ligamento peroneo-calcáneo (FC) es también grueso y corto. El número y la distribución de los canales vasculares en el cuerpo y la cabeza del astrágalo son similares en ambos pies. El escafoides esta elongado y su parte lateral es plana. El tendón tibial anterior (TA) esta desplazado medialmente (hematoxilina y eosina, x10).

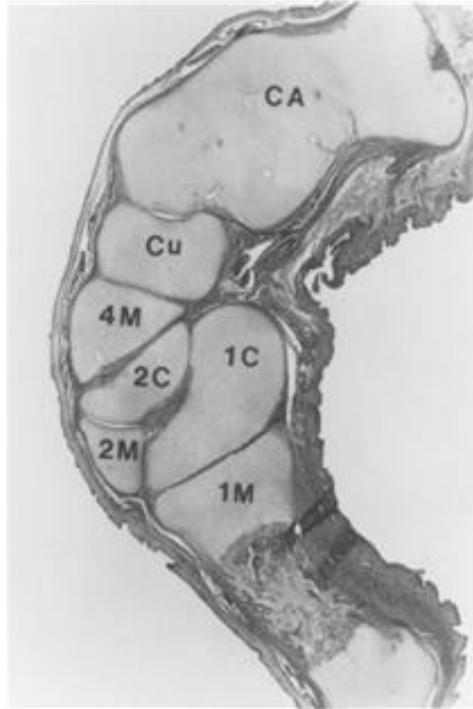


Fig. 8 Pie equino varo derecho de un feto de 16 semanas de edad seccionado en el plano transverso a través de la articulación calcáneo-cuboidea. El cuboideo (Cu) está subluxado medialmente sobre el calcáneo (CA), que aparece inclinado de modo que es cóncavo en sentido medial. En frente del cuboideo está la base del cuarto metatarsiano (4M) y medial a este está la segunda (2C) y la primera cuña (1C). El primer metatarsiano (1M) y la base del segundo metatarsiano (2M) se encuentran en frente de la primera y segunda cuñas, respectivamente. El primer metatarsiano se articula con la primera cuña. Los tendones del flexor común de los dedos y del flexor largo del primer orjejo están mediales al cuboideo (hematoxilina y eosina, x6).

Los ligamentos interóseos subastragalinos en el seno del tarso estaban poco desarrollados y, a menudo consistían de unas pocas cadenas de tejido conectivo. Esto se observó incluso en los ejemplares de mayor edad. El ligamento bifurcado estaba elongado y delgado. Los ligamentos calcáneo-cuboideo escafoideos-cuñas eran normales o solo ligeramente agrandados, y los ligamentos del antepie y los dedos, de un grosor normal. La fascia plantar era gruesa en sólo tres fetos.

Los cambios morfológicos observados en seis pies equino varos estudiados al nacer fueron similares a los cambios observados en los fetos. El astrágalo, aunque en un equino severo con el cuello desviado hacia abajo y medialmente, estaba bien fijo en la mortaja del tobillo. La mayor alteración se encontró en el escafoideo, el cual estaba severamente desplazado hacia medial, invertido, y articulado con la cara medial de la cabeza del astrágalo, que estaba acuñaada. La tuberosidad del escafoideo estaba casi en contacto con la punta del maléolo medial. La inversión del escafoideo parecía ser causada por la retracción de los ligamentos deltoideo y ligamento en Y y por la tracción del tendón tibial posterior acortado que se inserta en la parte inferior de la tuberosidad del escafoideo y en la primera cuña y emite la expansión fibrosa a las otras cuñas y al cuboideo. La inversión varía de 40 grados en los casos más leves a 80 grados en los severos. Por lo tanto, la posición del escafoideo cambia de horizontal en el pie normal a casi vertical en el pie equino varo severo. Todos los ligamentos mediales del tarso y el tendón tibial posterior y la vaina del tendón estaban engrosados y agrandados (Figs 9A, 9B, 9C).

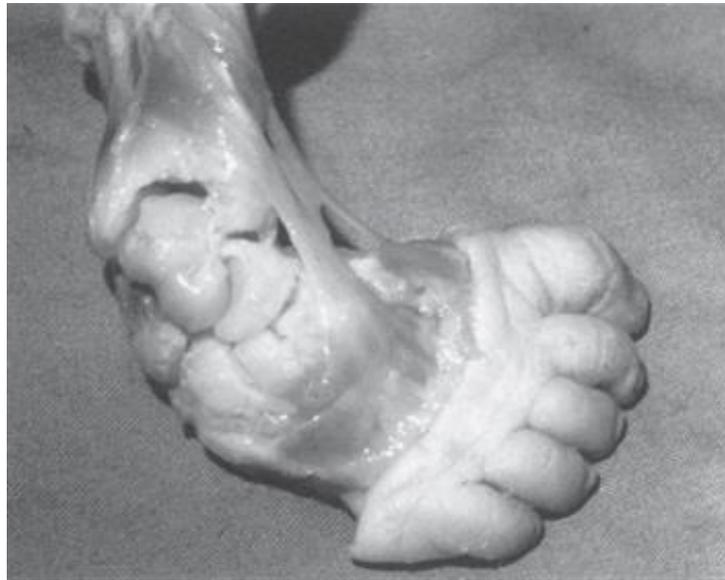
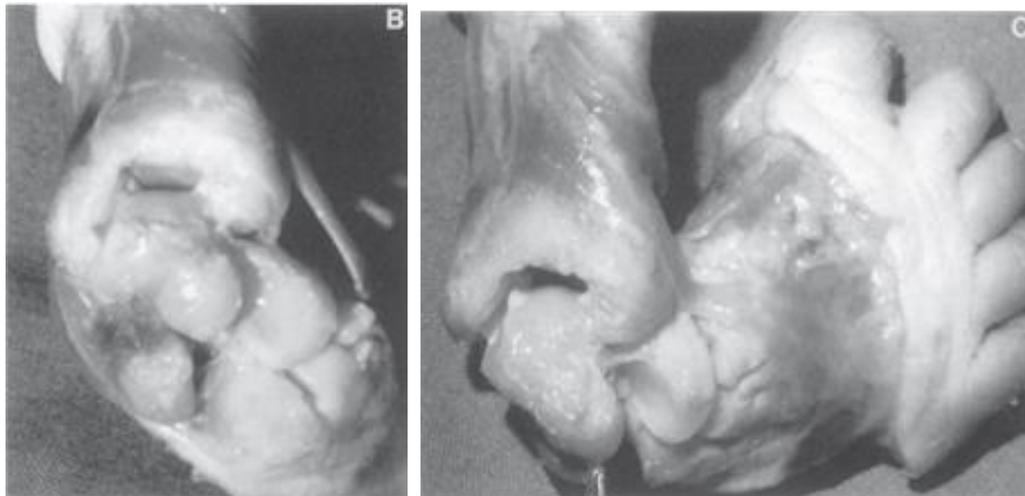


Fig. 9A. Pie equino varo de un bebé de 3 días de edad. El escafoides está desplazado medialmente y se articula solamente con la cara medial de la cabeza del astrágalo. Las cuñas se ven a la derecha del escafoides, y el cuboides está debajo de él. La articulación calcáneo-cuboidea está dirigida posteromedialmente. Las dos terceras partes anteriores del calcáneo se ven debajo del astrágalo. Los tendones del tibial anterior, extensor largo del dedo gordo y extensor largo de los dedos están desplazados medialmente.



Figs. 9B y 9C. (9B) La tuberosidad anterior del calcáneo y (9C) la cabeza del astrágalo están acuñaadas y no son congruentes con las superficies articulares del cuboides y escafoides si se intenta una reducción quirúrgica.

El calcáneo estaba aducido debajo del astrágalo. Había un espacio lleno de tejido fibroso en la cara lateral de la articulación subastragalina con una gran abertura del seno del tarso. Igual que como se encuentra en los fetos, la articulación subastragalina posterior era pequeña y, aunque casi horizontal en la parte trasera, estaba inclinada lateralmente al frente. La faceta subastragalina medial era pequeña y la articulación anterior estaba ausente. En los pies equinovaros de los recién nacidos, Howard y Benson (1993) observaron que la faceta medial del calcáneo se encontraba verticalizada, así que con el calcáneo invertido, la articulación subastragalina estaba orientada sagital en lugar de coronalmente. En los niños estudiados, el cuboides (Fig. 9B) estaba aducido e invertido frente a la superficie articular anterior acuñaada del calcáneo. Las cuñas y metatarsianos estaban aducidos, pero de forma normal. En algunos casos, sin embargo, la superficie de la articulación anterior de la primera cuña estaba inclinada medialmente. Como en los fetos, los tendones del tibial anterior, extensor largo del primer orjejo y extensor largo de los dedos estaban desplazados medialmente y justo frente al maléolo medial.

La inversión y aducción del calcáneo produce la deformidad en varo del talón. El varo del talón, y la aducción e inversión del escafoides y el cuboides producen la supinación del pie equino varo. Los componentes óseos de la parte anterior del pie estaban aducidos en

frente del escafoides y cuboides que tienen un severo desplazamiento medial. El primer metatarsiano tenía más flexión plantar que los metatarsianos laterales, lo que produce el cavo. Los ligamentos plantares largos no estaban o estaban sólo ligeramente hipertróficos.

Referencias

- Adams, W. (1973). *Clubfoot. Its causes pathology and treatment*, (2nd edn), Lindsay & Blakiston, Philadelphia.
- Bechtol, C.O. and Mossman, H.W. (1950). Club-foot. An embryological study of associated muscle abnormalities. *J. Bone Joint Surg.*, **32 A**, 827.
- Bissell, J.B. (1888). The morbid anatomy of congenital talipes equinovarus. *Arch. Pediatr.*, **5**, 406.
- Hjelmstedt, A. and Sahlstedt, B. (1974). Talar deformity in congenital clubfeet. An anatomical and functional study with special reference to the ankle joint mobility. *Acta Orthop. Scand.*, **45**, 628.
- Howard, C.B. and Benson, M.K.D. (1933). Clubfoot: its pathological anatomy. *J. pediat. Orthop.*, **13**, 654.
- Irani, R.N. and Sherman, M.S. (1963). The pathological anatomy of clubfoot. *J. Bone Joint Surg.*, **45A**, 45.
- Scarpa, A. (1803). *Memoria chirurgica sui piedi torti congeniti dei fanciulli e sulla maniera di correggere questa deformita*. Pavia.
- Schlicht, D. (1963). The pathological anatomy of talipes equinovarus. *Aust. N.Z. J.surg.*, **33**, 1.
- Settle, G.W. (1963). The anatomy of congenital talipes equinovarus: Sixteen dissected specimens. *J. Bone Joint Surg.*, **45A**, 1341.
- Virchow, H. (1933). Klumpfüsse nach Form zusammengesetzt. *Arch. Orthop. Unfallchir.*, **33**, 324.

3

Cambios estructurales de músculos, tendones y ligamentos de la pierna y tobillo

Músculos

La unidad músculotendinosa del tríceps sural y del tibial posterior es más pequeña y corta en el pie equinovaro que en el pie normal (Fig. 10).

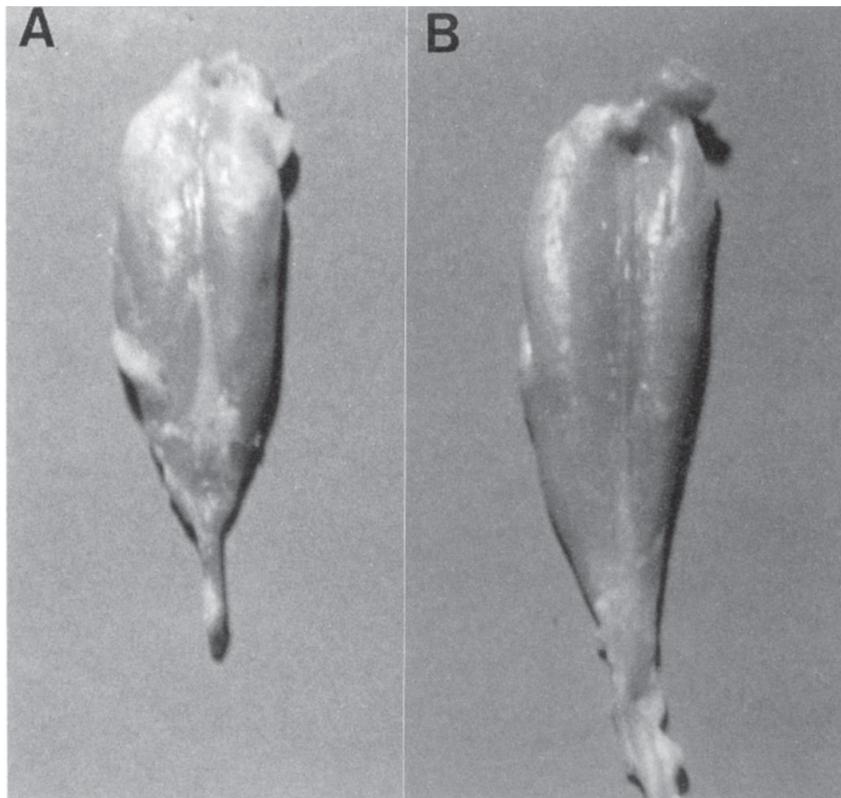
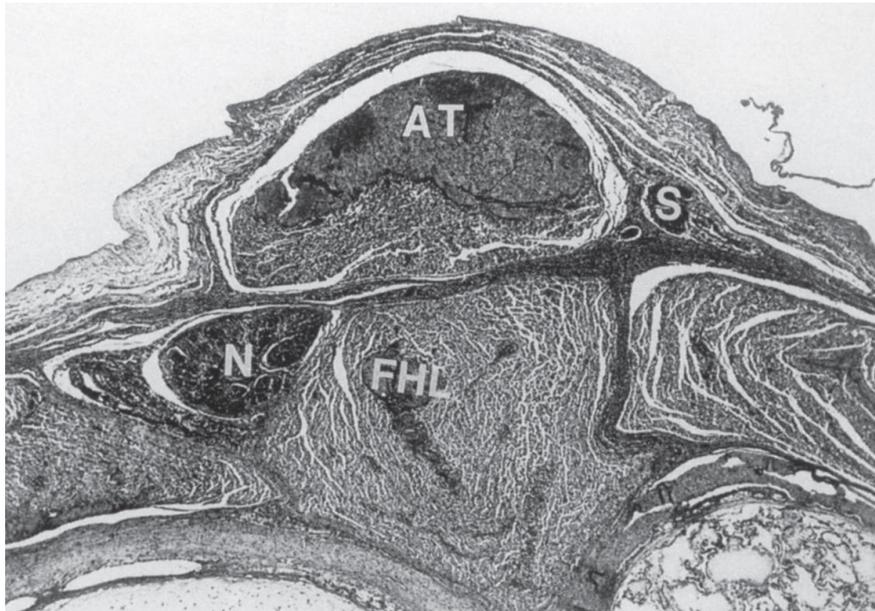
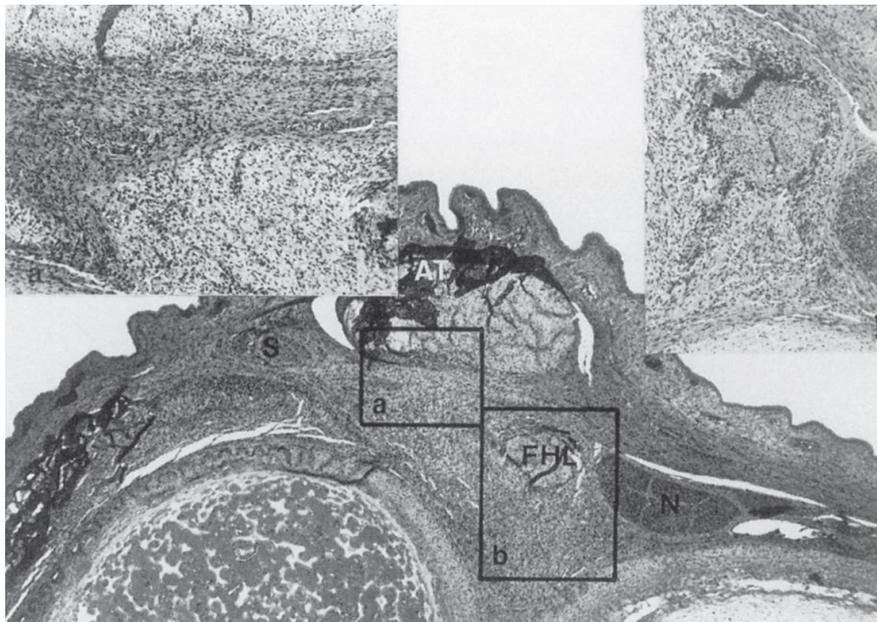


Fig. 10 Músculos gastrocnemios de un bebe prematuro de 6 meses de edad con pie equinovaro unilateral. El musculo de la pierna con pie equinovaro (A) es más pequeño que el músculo del lado normal (B).



A



B

Fig. 11A y 11B Secciones transversales a nivel de la metafisis tibial distal de un feto de 16 semanas de edad con un pie izquierdo normal (Fig. 11 A tinción tricrómica de Masson, X 90) y un pie equinovaro derecho (Fig. 11 B tricrómico de Masson, X 60). En la pierna con el pie equinovaro la fascia entre el tríceps sural y los músculos profundos de la pantorrilla está muy engrosada y se extiende en los músculos como se ilustra en el cuadro **a** (x 180). En este nivel se ve solo el tendón de Aquiles en la pierna con el pie equinovaro, mientras que hay abundantes fibras musculares del tríceps sural visibles en la pierna normal. En la pierna con pie equinovaro, la fascia superficial también está engrosada y se fusiona con el tejido subcutáneo. En el cuadro **b** (x 120), se pueden ver filamentos de tejido fibroso dentro del músculo flexor largo del primer orjeo. AT= Tendón de Aquiles, FHL= flexor largo del primer orjeo, N= Nervio tibial posterior, S= Nervio sural, Ti= Tibia, y Fi= Peroné.

En los pies equinovaros severos que examinamos en fetos y neonatos, los músculos de los compartimentos anterior y posterior de la pierna tenían una circunferencia más pequeña que los controles. El tamaño muscular se correlaciona inversamente con la severidad de la deformidad. Con el microscopio de luz, aunque pequeñas en circunferencia, las fibras musculares parecían normales en todos los pies equinovaros, pero el tejido conectivo intercelular estaba ligeramente aumentado. La proporción de fibras musculares a tejido conectivo fue más baja en el tríceps sural, tibial posterior y flexor común de los dedos. No había diferencias apreciables en el tamaño de los músculos peroneos del pie equinvaro comparados con los controles normales. Tanto, la fascia profunda como la superficial de la pantorrilla eran más gruesas en el pie equinvaro que en los controles. En la porción inferior de la pierna, haces de fibras de tejido conectivo de la fascia profunda penetraban los músculos. Estas anomalías eran de menor grado en el pie equinvaro moderado y leve (Figs. 11A, 11B, y 12).

Usando técnicas histoquímicas, algunos autores han descrito una población predominante de fibras musculares tipo 1 en los grupos musculares posterior y medial en niños con pie equinvaro (Isaacs *et al.* 1977; Mellerowicz *et. al.* 1994). Estudios de microscopía electrónica han mostrado fibras angulares atróficas y pérdida de miofibrillas. Estos hallazgos sugieren la presencia de una anomalía neurológica regional. (Handelsman y Badalamante 1981; Handelsman y Glasses 1994). Signos de atrofia neurogénica se observaron en el músculo abductor del primer orjejo en algunos pies equinovaros por Goldner y Fisk (1991).



Fig. 12 En esta sección transversal de la pierna con pie equinvaro en un corte unos 3 milímetros proximal al mostrado en la Fig. 11B, hay más fibras musculares en el tríceps sural y en el flexor largo del primer orjejo que las vistas en el nivel mostrado en la Fig. 11B. La fascia profunda esta engrosada pero envía menos haces fibrosos a los músculos (hematoxilina y eosina, X 150). TS= Tríceps sural, Ti= Tibia, H= Nervio tibial posterior, S= Nervio Sural, y FHL= Tendón del flexor largo del primer orjejo dentro de su músculo.

Para estudiar aún más la naturaleza de la patología en los músculos de la pierna con pie equinovaro, obtuve biopsias musculares del centro del gastrocnemio de cuatro pacientes con pie equinovaro idiopático. Estas biopsias se obtuvieron con dos pinzas hemostáticas que se mantenían separadas y soldadas a una barra de acero de 1.5 cm de longitud. Las biopsias musculares disponibles fueron de 20 controles de la misma edad. Los pacientes tenían entre 1½ y 10 años de edad al momento de la cirugía para el tratamiento de la deformidad. En tres pacientes el pie equinovaro era unilateral y en uno bilateral. Los pacientes habían sido tratados con manipulación correctiva y aparatos de yeso durante sus primeros meses de vida. Con el Dr. Maynard estudiamos los músculos tanto con microscopía de luz y electrónica. El Dr. Ionasescu investigó la síntesis de las proteínas colágenas y no colágenas *in vitro* en los ribosomas musculares. La correlación entre los hallazgos clínicos, microscopía electrónica y hallazgos bioquímicos de los 4 pacientes son presentados en la Tabla 1.*

Especímenes para microscopía de luz fijados con formalina, incluidos en parafina y teñidos con rojo sirio, tricrómico de Mallory y hematoxilina y eosina. Las secciones mostraron músculo esquelético libre de una variación excesiva al azar del tamaño de las miofibras. El tejido conectivo endomisial estaba aumentado en el caso 1, levemente aumentado en el caso 2 y normal en los casos 3 y 4. No había infiltrados celulares intersticiales o perivascuales. No hubo núcleos centrales, cuerpos de nemalina o almacenes de glicógeno presentes.

Para la microscopía de electrones el tejido se sumergió en glutaraldehído, se incluyó en Epon 812, se seccionó y tiñió con acetato de uranilo y citrato de plomo.

Tabla 1 Correlación clínica, ME y hallazgos bioquímicos

	Edad del paciente (años)	Severidad de la deformidad	Evaluación ME de Colágena	Síntesis proteica <i>in vitro</i> total de polirribosomas	
				Colágena	No Colágena
(1)	1 ½	D Severa	Aumentado	Alto	Bajo
		I Moderado	Normal	Alto	Alto
(2)	5	I Moderado	Algo Aumentado	Alto	Algo elevado
(3)	7	I Leve	Normal	Normal	Bajo
(4)	10	I Severo	Normal	Normal	---

* Una paciente que yo biopsié fue incluido por error en el trabajo de Ionasescu *et al.* (1974). Este paciente era un varón de 3 años de edad con retardo mental y una deformidad en equinovaro bilateral moderada que mostró múltiples cambios miopáticos en los gastrocnemios, tales como figuras de mielina, pérdida de miofilamentos, núcleos centrales, líneas Z dispersas, además de fibrosis extensa. Fibras musculares en degeneración fueron aisladas aleatoriamente entre fibras normales. Este paciente fue el producto de incesto y tenía daño cerebral desde el nacimiento y disfunción psicomotora severa diagnosticada después de la biopsia. Por estas razones este paciente no se incluye en este libro debido a que su pie equinovaro no era "idiopático".

Una considerable cantidad de tejido conectivo intercelular era evidente en el gastrocnemio derecho del paciente de 1½ año de edad, y un incremento ligero en el paciente de 5 años de edad (Fig. 13) Cantidades normales de colágeno intercelular se encontraron en los pacientes de 7 y 10 años de edad.

La síntesis *in vitro* de colágeno de los polirribosomas musculares estaba aumentada en los músculos de los pacientes de 1½ años y 5 años de edad y era normal en los dos mayores. La síntesis de proteínas no colágenas disminuyó en el lado del pie equinovaro severo derecho del paciente de 1½ años; era alta en el pie equinovaro moderado del mismo paciente y sólo ligeramente aumentada en el paciente de 5 años. Era normal en los dos pacientes mayores. [El procedimiento para la preparación de los extractos musculares y la evaluación de la síntesis de proteína ribosomal fue reportada por Ionasescu *et al.* (1970)]

La severidad de la deformidad del pie equinovaro puede estar relacionada con el patrón de síntesis proteica en el gastrocnemio. Esto es bien ilustrado en el paciente de 1½ año con pie equinovaro bilateral. Tanto, la síntesis de proteínas colágenas y no colágenas eran altas en el gastrocnemio izquierdo en el lado del pie equinovaro moderado,

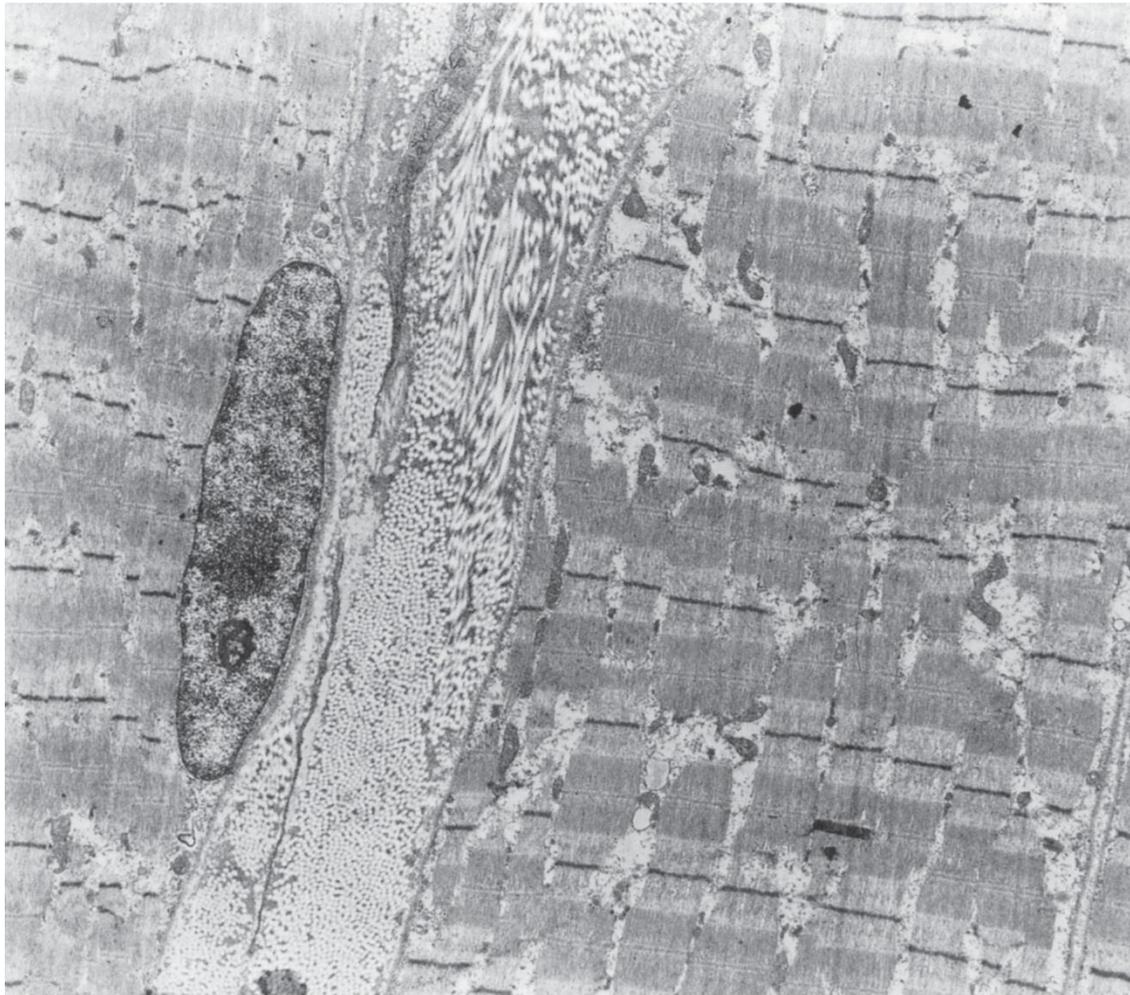


Fig. 13 Fibrillas colágenas presentes en el músculo gastrocnemio de un bebe de 1½ años con pie equinovaro severo (EM, x 6000).

mientras que en el gastrocnemio derecho (el lado del pie equinvaro severo) la síntesis colágena era alta y la síntesis de proteínas no colágenas era baja.

Las cantidades normales de colágeno intercelular y la síntesis ribosómica normal *in vitro* de proteínas colágenas y no colágenas vistas en los pacientes de 7 y 10 años de edad se correlaciona con la bien conocida observación clínica de que la deformidad en equinvaro no recurre después de los 6 a 7 años de edad.

Mutaciones de la miosina fetal han sido recientemente descritas en pacientes con artrogriposis distal en los síndromes de Freeman-Sheldon y Sheldon-Hall (Toydemir *et al.* 2006). Estos niños tienen pie equinvaro severo y manos con desviación cubital y camptodactilia, presumiblemente causadas por la función interrumpida de la sarcómera en los músculos distales de las extremidades. Los cambios estructurales locales ocurren temprano en la miosina fetal y la expresión disminuye rápidamente después del nacimiento cuando la nueva miosina normal reemplaza a la miosina fetal. Toydemir *et al.* consideran el pie equinvaro congénito como una contractura congénita aislada. Por ello, defectos de la sarcómera fetal en los músculos flexores del pie, sobre todo en el tibial posterior y el gastrosóleo pudieran ser la causa del pie equinvaro congénito. La fibrosis que hemos descrito en la pierna y el pie ocurren simultáneamente. La miosina normal gradualmente reemplaza la miosina fetal defectuosa durante los primeros meses después del nacimiento.

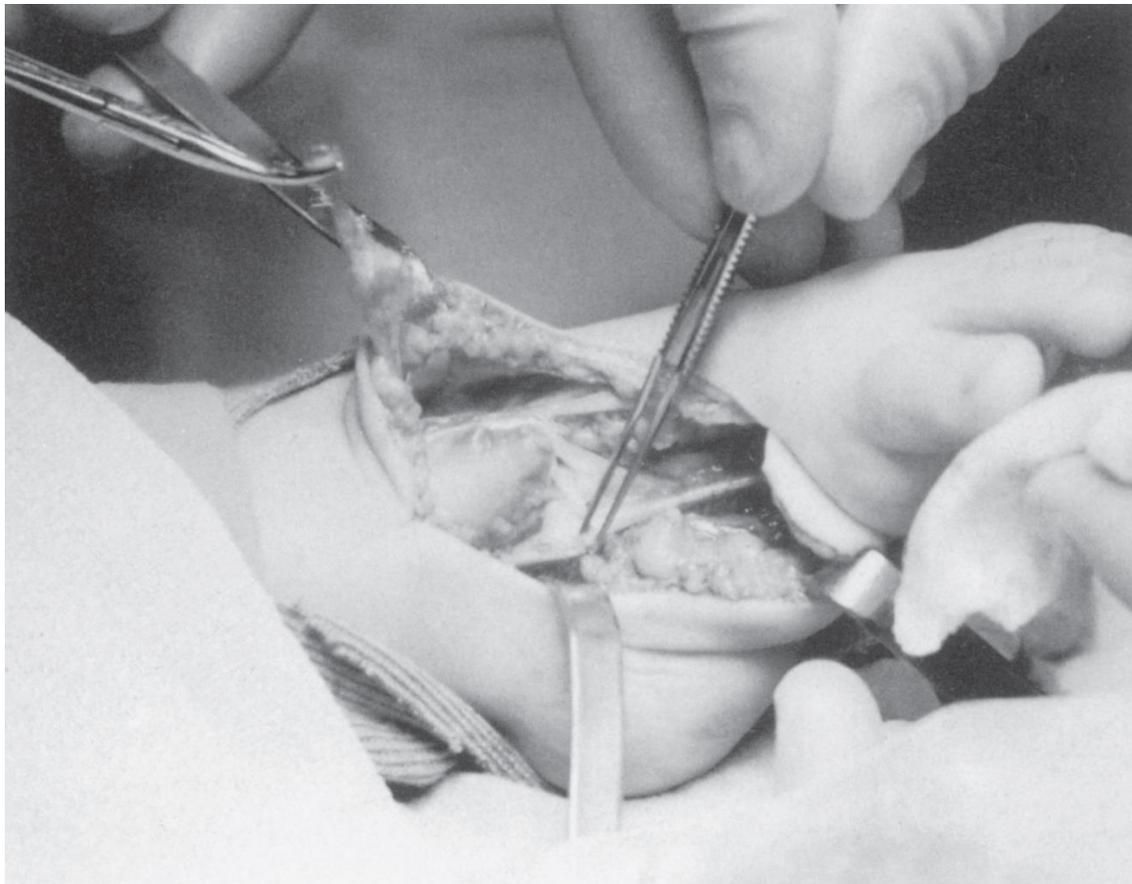


Fig. 14 Banda ancha de tendón que se extiende desde el tendón tibial anterior al tendón tibial posterior en una bebe de 14 meses de edad con pie equinvaro.

Tendones

En fetos y neonatos, la porción distal del tendón tibial posterior estaba aumentada dos o tres veces en tamaño y su vaina ensanchada y adherida a los ligamentos en la porción medial del pie. Excepto por un Tendón de Aquiles que se insertaba ligeramente medial en la tuberosidad posterior del calcáneo en un pie equinovaro, no encontramos ninguna otra inserción tendinosa anómala en los fetos y bebés recién nacidos que estudiamos. De cualquier forma, en un bebé de 14 meses de edad con pie equinovaro unilateral, los tendones tibiales anterior y posterior estaban unidos por una banda tendinosa grande interpuesta por debajo del maléolo medial. Debido a esta muy rara anomalía embriológica, en este caso la deformidad en equino varo pudo ser corregida solo después de seccionar la banda tendinosa (**Fig. 14**).

En vertebrados normales los tendones están compuestos de largos haces de fibras colágenas principalmente de tipo I. Los cambios morfológicos y bioquímicos durante la maduración y envejecimiento del tendón de Aquiles del conejo han sido cuidadosamente estudiados por Ippolito, Cetta, Tenni, y otros investigadores italianos (Ippolito *et al.* 1980; Cetta *et al.* 1982). En el tendón de Aquiles del conejo blanco de Nueva Zelanda el contenido colágeno aumenta con el envejecimiento desde 18 por ciento (peso seco) en el feto tardío (27 días después del coito) a 37 por ciento en los recién nacidos a 70 por ciento en los de dos meses de edad a 85 por ciento en los de 4 años. El diámetro medio de las fibras colágenas aumenta con la edad en tanto que la concentración de glicoproteínas estructurales y glucosaminoglucanos que contienen galactosamina disminuye rápidamente. El mismo fenómeno ha sido descrito en los tendones flexores de la mano humana durante los estadios muy tempranos de la vida extrauterina (Yuasa 1969).

El tendón de Aquiles de los conejos recién nacidos tiene grandes cantidades de células esféricas, elongadas o espiculadas llamadas tenoblastos, organizados en grandes cadenas entre los haces de fibras colágenas. Estas células tienen un retículo endoplásmico rugoso bien desarrollado y aparato de Golgi indicando una actividad de síntesis. Vesículas en el citoplasma periférico están asociadas con filamentos similares a actina. Nervios desmielinizados se han encontrado en contacto con los tenoblastos. Los haces de colágeno consisten principalmente de fibras colágenas de aproximadamente 370 angstroms de diámetro. Algunas fibras elásticas son vistas adyacentes a los tenocitos. Frecuentemente corren capilares entre las cadenas celulares.

En los conejos de dos meses de edad la proporción célula-matriz ha disminuido y todos los tenoblastos tienen forma espiculada y están muy elongados. La proporción núcleo-citoplasma está aumentada. Existe un aumento en la matriz colágena y en el número de fibras elásticas grandes (Fig. 15).

En el tendón de Aquiles del conejo de 4 años de edad, el número de células ha disminuido considerablemente. El diámetro de los haces de colágena está muy aumentando mientras que el número de fibras elásticas y capilares ha disminuido. Con anticuerpos específicos se detectó algo de actina y miosina en las células tendinosas a todas las edades, Ippolito *et al.* (1980) observaron que el tamaño de los filamentos delgados y gruesos en el citoplasma de los tenoblastos correspondían al tamaño de los filamentos de actina y miosina. Otros autores (Becker 1872; Handelsman y Badalamante 1981; Zimny *et al.* 1985) han demostrado que los filamentos de actomiosina

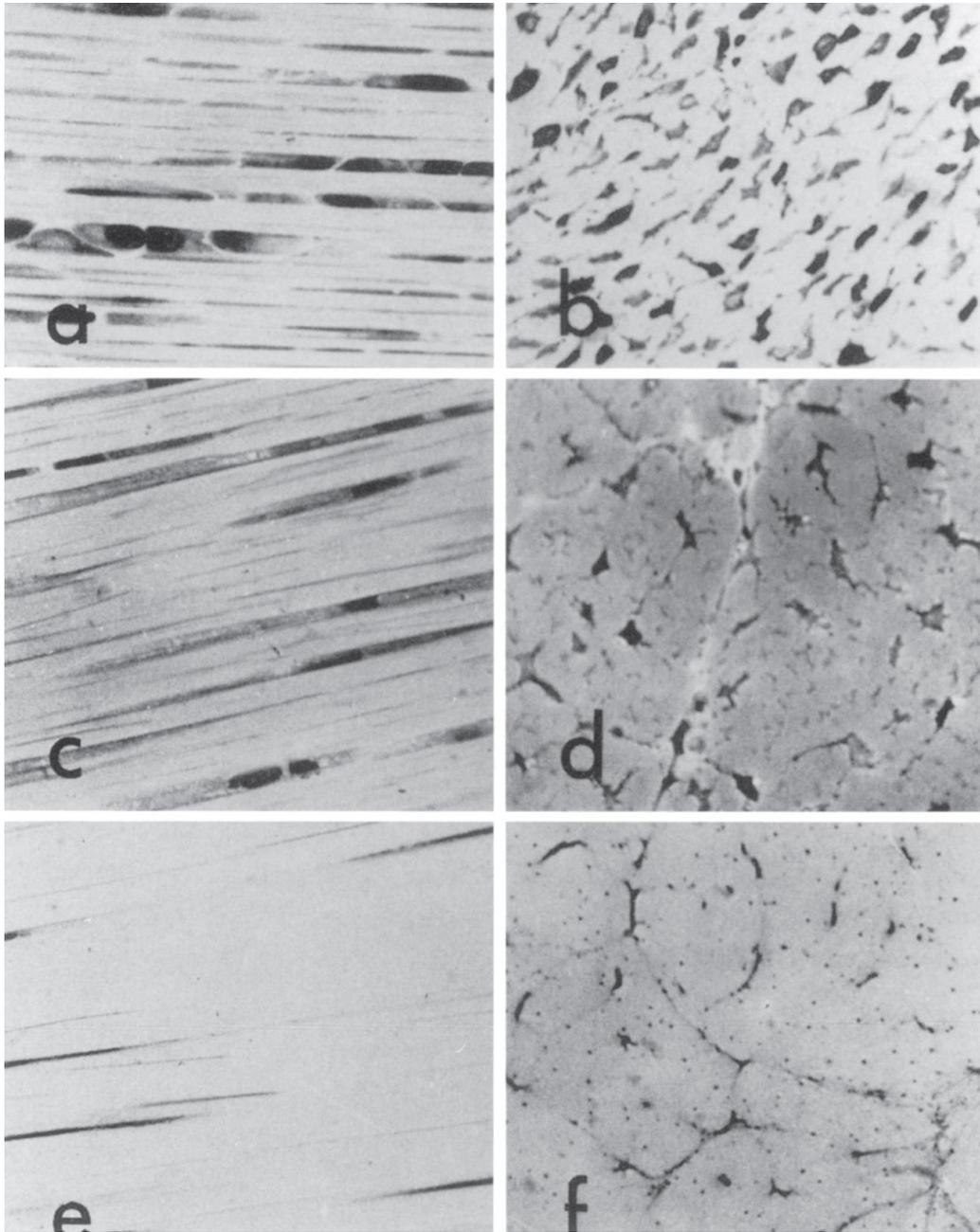


Fig. 15 Tendón de un conejo recién nacido. (a) Corte longitudinal mostrando tenoblastos de diferentes formas y tamaños alineados en filas largas paralelas; (b) corte transversal mostrando abundantes proyecciones citoplásmicas unidas unas a otras y rodeando haces de tendones de primer order.

Tendón de un conejo joven. (c) Corte longitudinal mostrando un número disminuído de tenoblastos en cada hilera y una mayor uniformidad en la forma alargada; (d) corte transversal mostrando una disminución en la relación célula-matriz y unas proyecciones citoplásmáticas más largas y delgadas.

Tendón de un conejo viejo. (e) Corte longitudinal mostrando tenoblastos muy elongados y cada célula ocupada principalmente por un núcleo delgado y largo: (+) corte transversal mostrando que la relación célula-matriz, esta aún mas disminuida y las proyecciones citoplásmáticas muy lejanas al cuerpo celular (azul de toluidina, X 500). (Ippolito et al. 1980, con autorización del autor).

en los fibroblastos tienen características morfológicas similares a aquellos de los músculos lisos. Ippolito *et al.* especularon que las proteínas contráctiles en los tenoblastos podrían actuar en las fibras elásticas que están en estrecho contacto con la membrana plasmática de la células, resultando en un aumento del tono del tendón e incluso fortaleciendo la contracción de un músculo débil. Histológicamente, la estructura del tendón de Aquiles en niños es similar a la del conejo.

Mientras el colágeno aumenta de importantemente en el tendón del conejo en los primeros dos meses, después no aumenta más de 15%. El número de fibras elásticas disminuye marcadamente con la edad. Las mismas observaciones han sido hechas en humanos (Yuasa 1969). De cualquier forma a todas las edades se encuentran fibras elásticas alrededor de los tenocitos. Estas contienen filamentos de actomiosina. La presencia de nervios desmielinizados en estrecha relación con los tenoblastos puede ser importante en la contracción y relajación del tendón. De acuerdo a Ippolito *et al.*, debido a la gran cantidad de uniones intertenocito “algunos pocos nervios podrían excitar un tendón completo, siendo transmitido el estímulo a través de las proyecciones celulares” (Ippolito *et al.* 1980, 1981).

Los tendones son materiales viscoelásticos. Con la inmovilización los tendones pierden una cantidad significativa de contenido de agua, concentración de glucosaminoglucanos y fuerza. Con ejercicio existe un aumento en el tamaño de las fibras, fuerza y firmeza (Tipton 1967,1975; Gabbiani *et al.* 1973; Gelberman *et al.* 1988; Woo *et al.* 1980, 1981).

Kiplesund *et al.* (1983) no observaron alteraciones en la estructura de las fibrillas de colágeno, fibroblastos, endotelio capilar y elementos peritendinosos en el tendón del tibial posterior de bebés con pie equinovaro usando microscopía electrónica y de luz.

Ligamentos

En el pie normal los ligamentos se comportan como tejido conectivo viscoelástico fibroso uniendo los huesos y permitiendo a las articulaciones ser flexibles, pero estables. La función en las articulaciones del tarso es especialmente influenciada por los ligamentos entre y alrededor los huesos adyacentes. Los ligamentos y cápsulas articulares sirven también como fuentes de señales para sistemas reflejos del aparato locomotor. “Está claro que los ligamentos tienen mecanorreceptores que participan en el control motor” (Brand 1989,1992). En el pie equinovaro los ligamentos de la parte medial y posterior del tobillo y las del tarso son muy gruesos y tensos y mantienen firmemente al pie en equino y al escafoides y calcáneo en aducción e inversión.

Todos los ligamentos se forman por haces de fibrillas de colágeno mostrando una apariencia ondulada bajo el microscopio conocida como “rizado”. El “rizado” desaparece al estirar el ligamento. Noventa por ciento del colágeno es de tipo 1 y menos del 10 por ciento es de tipo 3. Los ligamentos contienen actina y fibronectina en pequeñas cantidades. Los ligamentos en fetos de ratas son muy celulares; en las ratas adultas los fibroblastos son mucho menos abundantes. Las fibras elásticas aparecen en pequeños números hacia el final de la vida fetal. En humanos, el ligamento plantar calcaneoescafoideo contiene abundantes fibras elásticas. Los proteoglicanos y glicoproteínas constituyen menos de 1 por ciento del peso seco total de los ligamentos (Frank *et al.* 1988).

La inmovilización articular causa una disminución en la rigidez y fuerza de los ligamentos así como de la unión osteoligamentaria. Esta disminución está relacionada a un aumento en la síntesis y degradación de colágeno y una disminución de los glucosaminoglucanos (Akeson 1961; Akeson *et al.* 1977). Woo y asociados (Woo *et al.* 1975, 1987) también notaron un efecto de reblandecimiento en la sustancia del ligamento con inmovilización. Este y otros estudios han mostrado que la inmovilización afecta sustancialmente la inserción perióstica, debido a absorción subperióstica del hueso causando un aumento en la falla por avulsión en las inserciones ligamentarias (Jack 1950; Laros *et al.* 1971; Woo *et al.* 1983).

Tipton y James (1975) observaron que después de ejercicios de resistencia en animales entrenados los ligamentos tenían haces de fibras colágenas de diámetros mayores y un mayor contenido de colágeno.

En el pie equinovaro de fetos y neonatos hay un aumento en las fibras colágenas y células en los ligamentos de la articulación tibioperonea distal, de las porciones posterior y medial de las articulaciones tibioastragalina, subastragalina y astrágalo calcaneoescafoidea así como en el tendón tibial posterior y su vaina (Ippolito y Ponseti 1980). Los ligamentos tibioescafoideo, calcaneoescafoideo y el tendón del tibial posterior con su vaina forman una gran masa fibrótica de tejido muy celular con haces anchos de fibras colágenas orientados irregularmente. Algunas de las células están elongadas como los fibroblastos y fibrocitos, otras tienen núcleos esféricos (Figs 16 y 17). Por otro lado el ligamento interóseo subastragalino esta compuesto por bandas delgadas y laxas de fibras colágenas (Figs. 18A y 18B). En un estudio con microscopio electrónico de pies equinovaros en niños Zimny *et al.* (1985) observaron fibroblastos con microfilamentos citoplásmicos, células similares a miofibroblastos y mastocitos en los ligamentos del lado medial del pie equinovaro. Los miofibroblastos contienen las proteínas contráctiles actina y miosina. El estímulo para su contracción puede venir de los mastocitos. Ni los miofibroblastos ni los mastocitos fueron observados en la porción lateral del pie donde estaban presentes los

fibroblastos con retículo endoplásmico rugoso dilatado y microfilamentos citoplásmicos. Zimny *et al.* (1985) sugieren que la contracción fibroblástica de los ligamentos mediales podría ser la causa del pie equinovaro. Fukuhara *et al.* (1994) observaron fibras colágenas densamente empacadas y células similares a miofibroblastos en los ligamentos deltoideo y en Y de fetos con pie equinovaro severo. Los hallazgos de Zimny y Fukuhara corroboran nuestros hallazgos patológicos (Ippolito y Ponseti 1980). Las observaciones de Toydemir *et al.* sugieren que el pie equinovaro es causado por mutaciones en la miosina fetal de los músculos flexores del pie junto con la fibrosis subsecuente.

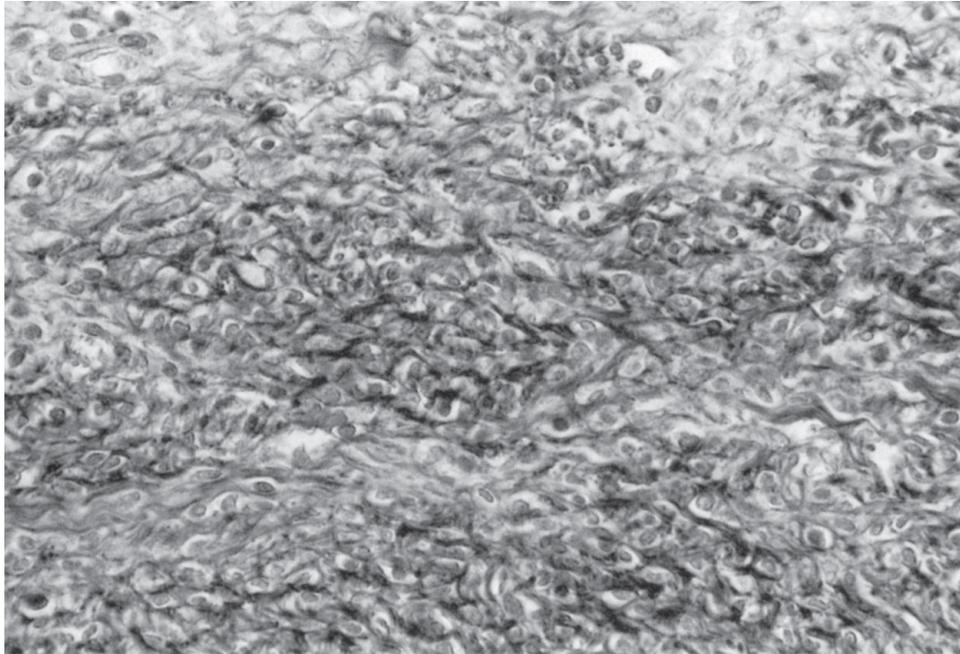


Fig. 16 Fotomicrografía del ligamento tibioescafoideo derecho de un pie equinvaro moderado en un feto de 17 semanas de edad con pie equinvaro bilateral mostrado en la Fig. 2. Las fibras colágenas son onduladas, interrumpidas y densamente empacadas. Las células son muy abundantes y muchas tienen núcleos esféricos. (Resorcinol-Nueva Fuchina de van Giesen, x 475.)

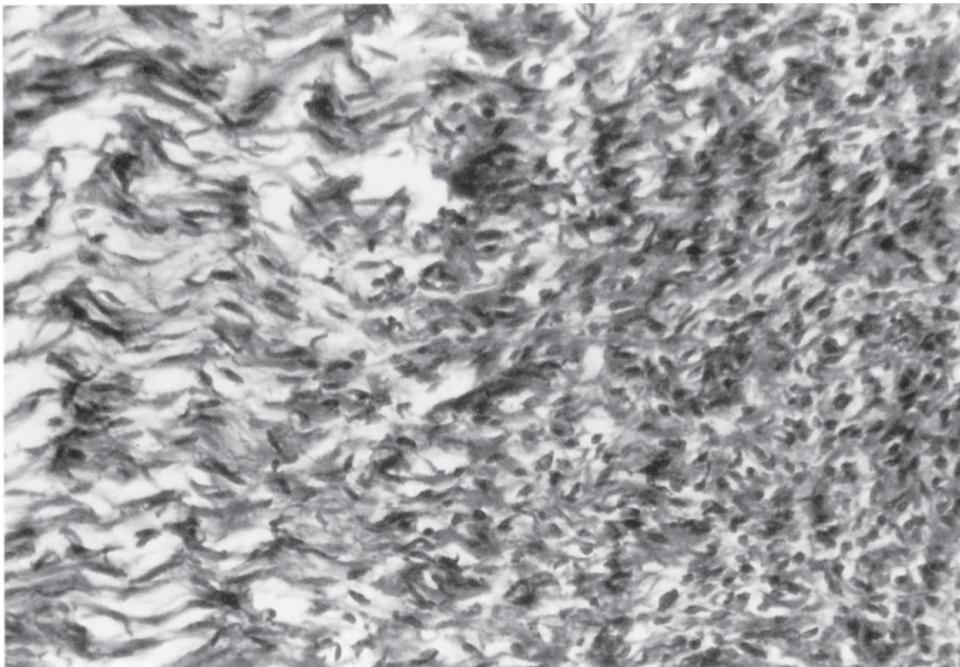


Fig. 17. Área de transición en el tendón tibial posterior. En la derecha el tendón es adyacente al ligamento calcaneoescafoideo siendo muy celular y fibrótico. En la izquierda vemos la rama del tendón a la segunda cuña con fibras colágenas de apariencia normal y una distribución celular normal (Tinción tricrómica de Masson, x 718).

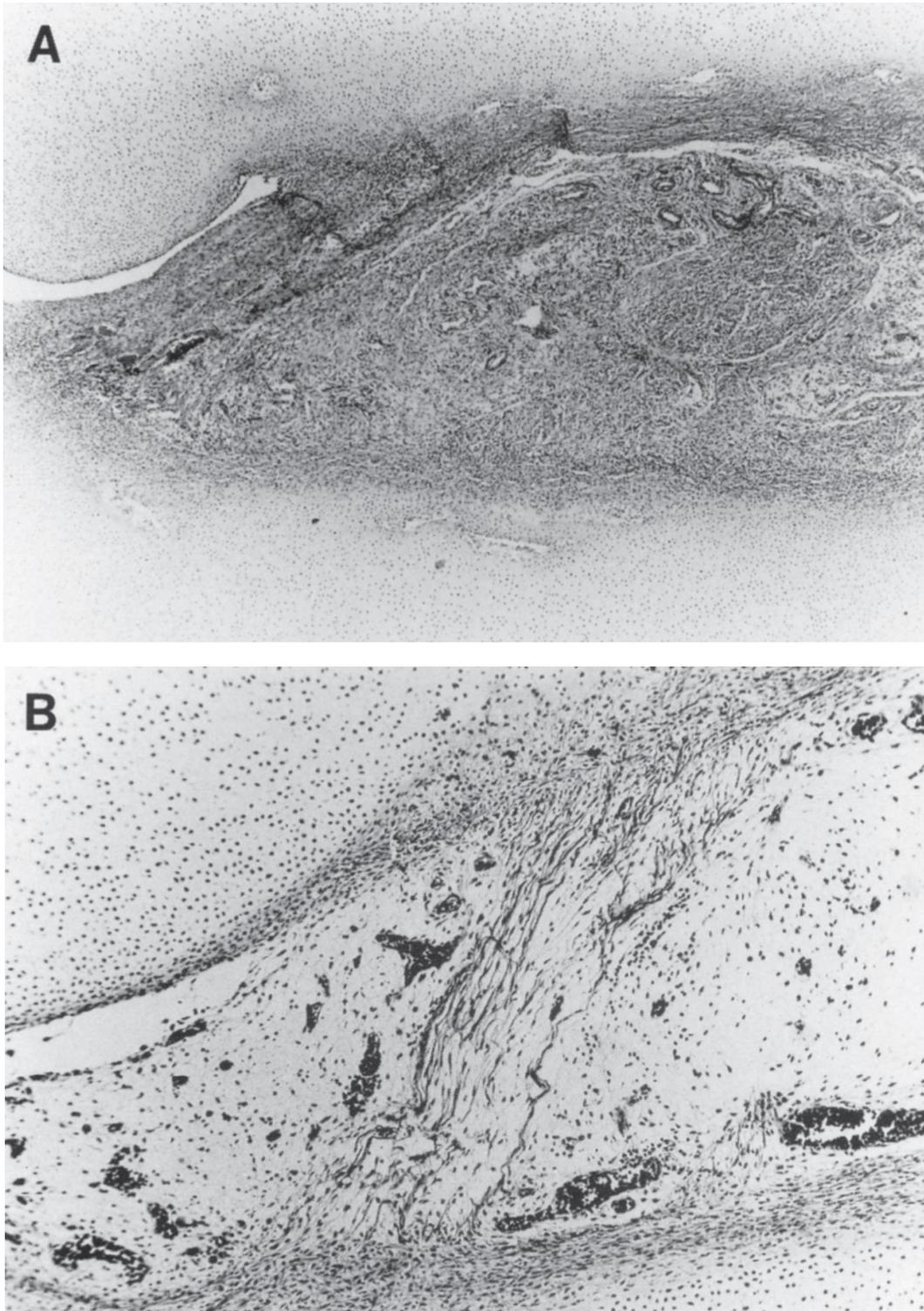


Fig. 18 A y 18B Corte sagital del ligamento subastragalino interóseo de un pie normal en un feto de 20 semanas de edad (Fig. 18 A, hematoxilina y eosina, x 200) y de un pie equinovaro de un feto de 19 semanas de edad (Fig. 18B, hematoxilina y eosina, x 500). A diferencia del pie normal, el ligamento en el pie equinovaro está compuesto de bandas laxas y delgadas de fibras colágenas.

Referencias

- Akeson, W.H. (1961). An experimental study of joint stiffness. *Bone Joint Surg.*, **43A**, 1022.
- Akeson, W.H., Woo, S.L.-Y., Amiel, D., et al. (1977). Rapid recovery from contracture in rabbit hindlimb: A correlative biomechanical and biochemical study. *Clin. Orthop.*, **122**, 236.
- Becker, C.G. (1972). Demonstration of actomyosin in mesangial cells of the renal glomerulus. *Am. J. Pathol.*, **66**, 97.
- Brand, R.A. (1992). Autonomus informational stability in connective tissues. *Medical Hypotheses*, **37**, 107.
- Brand, R.A. (1989). A neurosensory hypothesis of ligament function. *Medical Hypotheses*, **29**, 245.
- Cetta, G., Tenni, R., Zanaboni, G., Deluca, G., Ippolito, E., De Martino, C., and Castellani, A. (1982). Biochemical and morphological modification in rabbit Achilles tendon during maturation and ageing. *Biochem. J.*, **204**, 61.
- Frank, C., Woo, S., Andriacchi, T., Brand, R., Oakes, B., et al. (1988). Normal ligament: structure, function, and composition. In *Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues*, (ed. S.L.-Y. Woo and J.A. Buckwalter, Chapter 2. American Academy of Orthopedic Surgeons, Park Ridge, IL.
- Fukuhara, K., Schollmeier, G., and Uthoff, H. (1994). The pathogenesis of clubfoot. A histomorphometric and immunobiochemical study of fetus. *J. Bone Joint Surg.*, **76B**, 450.
- Gabbiani, G., Ryan, G.B., Lamclin, J.P., Vassalli, P., Majno, G., Bouvier, et al. (1973). Human smooth muscle autoantibody. *Am. J. Pathol.*, **72**, 473.
- Gelberman, R., Goldberg, V., An, K.-N., and Banes, A. (1988). Tendon. In *The injury and repair of the musculoskeletal soft tissues*. S.L.-Y. Woo and J.A., Buckwalter Chapter American Academy of Orthopedic Surgeons, Park Ridge, IL.
- Goldner, J.L. and Fitch, R.D. (1991). Idiopathic congenital talipes equinovarus. In *Disorders of the foot and ankle*, 2nd edn, Vol. 1. (ed. M.H. Jahss), W.B. Saunders, Philadelphia.
- Handelsman, J.E. and Badalamante, M.E. (1981). Neuromuscular studies in clubfoot. *J. Pediatr. Orthop.*, **1**, 23.
- Handelsman, J.E. and Glasser, R. (1994). Muscle pathology in clubfoot and lower motor neuron lesions. In *The clubfoot*, (ed. G.W. Simons), Chapter 1:21. Springer-Verlag, Berlin.
- Ionasescu, V., Maynard, J.A., Ponseti, I.V., and Zellweger, H. (1974). The role of collagen in the pathogenesis of idiopathic clubfoot. Biochemical and electron microscopic correlations. *Helv. Paediat. Acta*, **29**, 305.
- Ionasescu, V., Zellweger, H., Filer, L.L.J., and Conway, T.W. (1970). Increased collagen synthesis in arthrogyposis multiple congenita. *Arch. Neural.*, **23**, 128.
- Ippolito, E., Natali, P.G., Postacchini, F., Accinori, L., and Martino, C.D. (1980). Morphological, immunohistochemical, and biochemical study of rabbit Achilles tendon at various ages. *J. Bone Joint Surg.*, **62A**, 583.
- Ippolito, E. and Ponseti, I.V. (1980). Congenital clubfoot in the human fetus. *J. Bone Joint Surg.*, **62A**, 8.
- Isaacs, H., Handelsman, J.E., Badenhorst, M., and Pickering, A. (1977). The muscles in clubfoot: a histological histochemical and electron microscopic study. *J. Bone Joint Surg.*, **59B**, 465.
- Jack, E.A. (1950). Experimental rupture of the medial collateral ligament of the knee. *J. Bone Joint Surg.*, **32B**, 396.
- Kiplesund, K.M., Flood, P.R., and Sudmon, E. (1983). The ultra structure of tendon M. tibialis posterior in newborn infants suffering from congenital clubfoot. *Acta. Orthop. Scand.*, **54**, 950.
- Laros, G.S., Tipton, C.M., and Cooper, R.R. (1971). Influence of physical activity on ligament insertions in the knees of dogs. *J. Bone Joint Surg.*, **53A**, 275.
- Mellerowicz, H., Sparmann, M., Eisenschenk, A., Dorfmueller-Kuchlin, S., and Gosztonyi, G. (1994). Morphometric study of muscles in congenital idiopathic clubfoot. In *The clubfoot*, (ed. G.W. Simons), Chapter 1:7. Springer-Verlag, Berlin.
- Tipton, C.M., Schild, R.J., and Flatt, A.E. (1967). Measurement of ligamentous strength in rat knees. *J. Bone Joint Surg.*, **49A**, 63.
- Tipton, C.M., Matthes, R.D., and Maynard, T.A. (1975) The influence of physical activity on ligaments and tendons. *Med. Sci. Sports*, **7**, 165.

- Tipton, C., James, S., Mergner, W., and Tchong, T-K. (1970) Influence of exercise on strength of medial collateral knee ligaments of dogs. *Am. J. Physiol.*, 218, **894**.
- Toydemir, R.M., Rutherford, A., Whitby, F.G., Jorde, L.B., Carey, J.C., and Bamshad, M.J. (2006). Mutations in embryonic heavy chain (MYH3) cause Freeman-Sheldon
- Woo, SL-Y., Gelberman, R.H., Cobb, N.G., Amiel, D., Lothringer, K., and Akeson, W.H. (1981). The importance of controlled passive mobilization on flexor tendon healing – A biomechanical study. *Acta Orthop. Scand.*, **52**, 615.
- Woo, SL-Y., Gomez, M.A., Seguchi, Y., Endo, C.M., and Akeson, W.H.. (1983). Measurement of mechanical properties of ligaments substance from a bone-ligament-bone preparation. *J. Orthop. Res.*, **1**, 22.
- Woo, SL-Y., Ritter, M.A., Amiel, D., *et al.* (1980). The biomechanical and biochemical properties of swine tendons – Long term effects of exercise on the digital extensors. *Connect Tissue Res.*, **7**, 177.
- Woo, SL-Y., Gomez, M.D., Sites, T.J., Newton, P.O., Orlando, C.A., and Akeson, W.H. (1987). The biomechanical and morphological changes in the medial collateral ligaments of the rabbit after immobilization and remobilication. *J. Bone Joint Surg.*, **69A**, 1200.
- Woo, SL-Y., Matthews, J.V., Akeson, W.H., *et al.* (1975). Connective tissue response to immobility: Correlative study of biomechanical and biochemical measurements of normal and immobilized rabbit knees. *Arthritis Rheum.*, **18**, 257.
- Yuasa, Y. (1969). Electron microscopic study on the development of the human fetal digital tendon. *J. Japanese Orthop. Assoc.*, **43**, 499.
- Zimny, M.L., Willig, S.J., Roberts, J.M., and D'Ambrosia, R.D. (1985). An electron microscopic study of the fascia from the medial and lateral side of clubfoot. *Pediatr. Orthop.*, **5**, 577.

4

Anatomía funcional

La Cinemática de las articulaciones del tarso en el pie normal ha sido estudiada por más de un siglo, pero aun hoy en día existe mucha controversia entre los expertos acerca de cómo se mueven en realidad. Algunos autores, entre ellos Manter (1941), Hicks (1953) Elftman (1935,1960), e Inman (1976) sostienen que la articulación subastragalina se mueve alrededor de un eje fijo de rotación, mientras que otros incluyendo a Farabeuf (1893), Fick (1904), Virchow (1899), Huson (1961) y Siegler *et al.* (1988), creen que no hay un eje fijo de rotación para estas articulaciones.

La anatomía y kinesiología del tarso del pie normal y del pie equino varo, están muy bien descritas por Fabeuf en su libro, *Precis de manual operatoire*, publicado por primera vez en 1872 (4ta ed, 1893). (No he visto su primera edición publicada en Paris en 1872 para aseverar que contiene la misma descripción). En la cuarta edición, Farabeuf ilustra claramente como en el pie normal el calcáneo se mueve bajo el astrágalo rotando alrededor de la fibras internas del ligamento interóseo subastragalino. Debido al contorno inclinado de la superficie articular subastragalina, cuando el calcáneo rota debajo del astrágalo, se aduce, flexiona e invierte. Farabeuf uso la metáfora de que “se adhieren como tachuelas y se enrollan”. Al mover el pie en varo, el calcáneo se aduce e invierte bajo el astrágalo mientras que el cuboides y el escafoides se aducen e invierten frente al calcáneo y la cabeza del astrágalo respectivamente. Farabeuf consideró el desplazamiento de los huesos del tarso en el pie equino varo de un niño, de ser la más extrema posición causada por la tracción excesiva del tibial posterior inducido por el gastrosoleo, tibial anterior, flexores largos de los dedos y músculos plantares. Él afirma que la deformidad del cuello del astrágalo no es un “capricho morfológico de la naturaleza” sino el resultado del moldeamiento causado por el desplazamiento posterior e inversión del escafoides. Farabeuf ilustra como el centro de osificación del astrágalo responde a la presión anormal del escafoides desplazado. Además afirma que las deformidades esqueléticas en el infante son frecuentemente reversibles. Sin tratamiento, la subluxación del escafoides y del cuboides presentes al nacimiento empeoran con el desplazamiento progresivo de estos huesos hasta desarrollar una nueva falsa articulación. Aunque estas deformidades pueden ser corregidas, él advierte que los tejidos blandos tienen un “poder deformante” que origina las recidivas. En la época de Farabeuf, los niños rara vez recibían tratamiento temprano y la cirugía era necesaria para corregir la deformidad en los niños mayores (Fig 19).

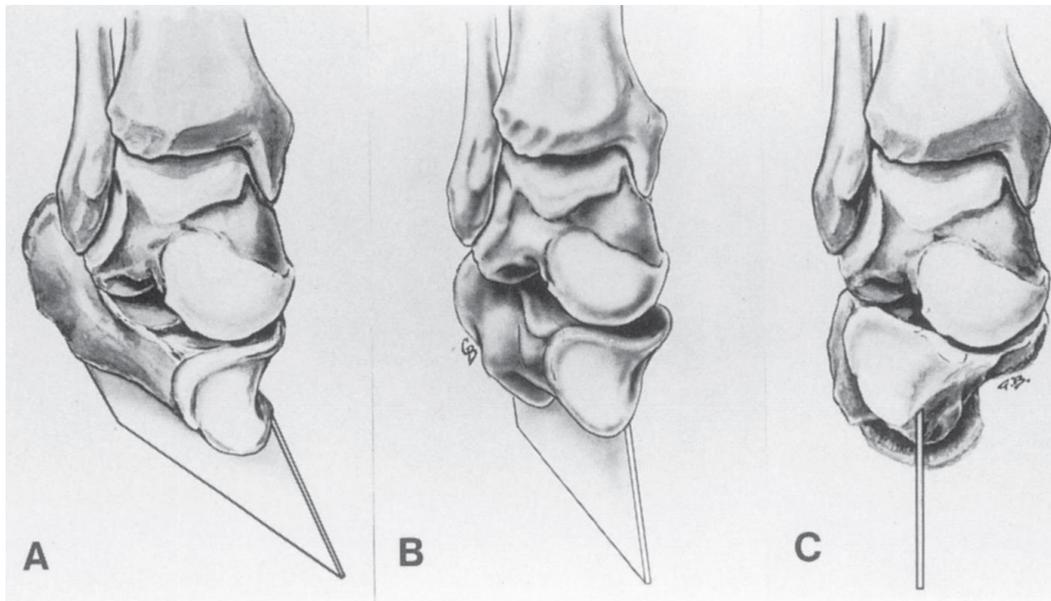


Fig. 19 (A) En el pie equino varo, la porción anterior del calcáneo yace bajo la cabeza del astrágalo. Esta posición causa el varo y equino del talón. (B) Los intentos de empujar el calcáneo en eversion sin abducirlo no corregirán el varo de talón. (C) El desplazamiento lateral (abducción) de la porción anterior del calcáneo a su relación normal con el astrágalo corregirá la deformidad en varo del talón en el pie equino varo.

La tesis del doctorado, en holandés del Dr. Huson, “Un estudio anatómico y funcional del tarso”, publicado en Leiden en 1961, dió un gran avance a las observaciones de Farabeuf y fué un parte aguas en la comprensión de la mecánica del tarso en el pie normal. Su trabajo me reveló que mis observaciones empíricas sobre la cinemática del pie zambo, hechas en la década de los cuarentas en la clínica, en el quirófano, en los especímenes disecados de pie equino varo y bajo cinerradiografía, tenían sentido. Recientemente, Huson publicó un capítulo en “Anatomía funcional del pie” en el libro de Jahss “Pie y tobillo” (1991). Los seguidores de Huson, Van Langelaan (1983) y Benink (1985), han añadido información importante en la cinemática de las articulaciones del tarso y del tobillo en el pie normal.

El movimiento articular es determinado por la curvatura de las superficies articulares así como por la orientación y estructura de los ligamentos que las unen. En la parte proximal del pie normal hay una compleja combinación de movimientos de las articulaciones del tarso los cuales están integrados en lo que Huson llama una “cadena cinemática cerrada” (*die kinetische kette*) (Payr 1927). Los ligamentos juegan un papel importante como “restricciones cinemáticas de las articulaciones”, además de su participación en la transmisión de fuerzas para soporte de la bóveda estructural elástica del pie.

Huson demostró que las articulaciones del tarso no se mueven como simples bisagras sino que rotan alrededor de los ejes móviles como en el caso de la rodilla. Cada articulación tiene su propio patrón de movimiento. El trabajo de Huson está apoyado por Van Lagelaan, quien, usando un análisis radiológico estereofotogramétrico en especímenes post mortem, demostró “que los movimientos de las articulaciones del tarso

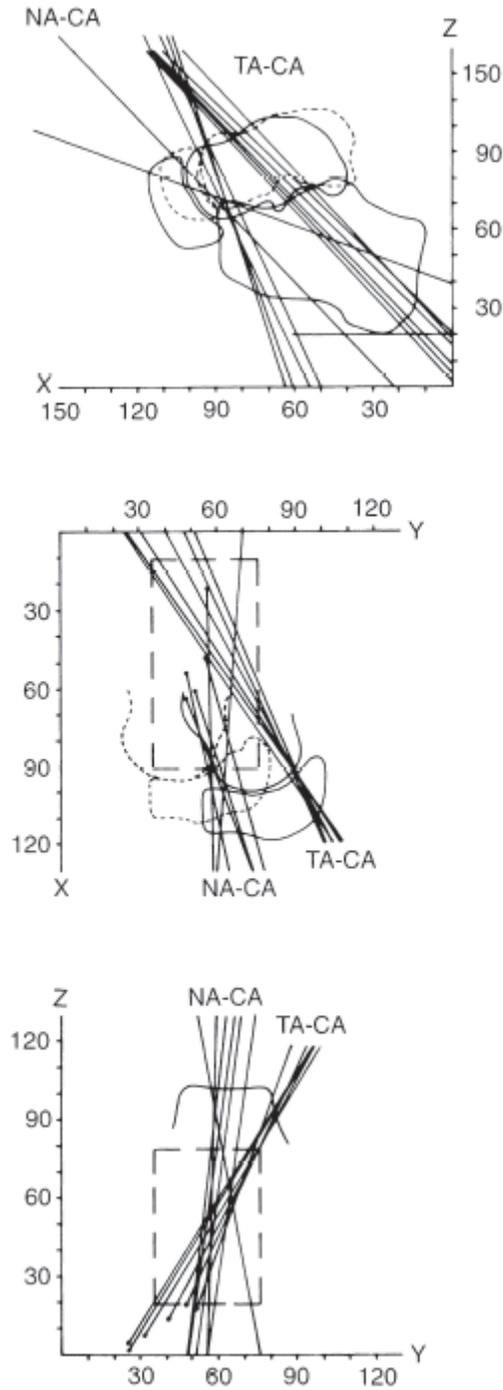


Fig. 20 Sobreposición de un grupo de ejes de los ligamentos subastragaliinos (TA-CA) y calcáneo escafoideos (NA-CA). (De Van Langelaan 1983: Un análisis cinemático de las articulaciones del tarso. *Acta Orthop. Scand.* 54 (Suppl. 204): 1983)

pueden ser descritas por medio de un cono o paquete de ejes en forma de abanico, que representan las posiciones sucesivas de un eje que se mueve en forma particular” (Fig 20). El describió que “estas posiciones sucesivas seguían patrones fijos característicos de la articulación en cuestión” y que “de acuerdo a estos resultados, los grupos de ejes podían ser establecidos para todas las articulaciones del tarso” (Van Lagelaan 1983). Van

Langellaan observó también que la magnitud del rango total de movimiento de la rotación del tarso variaba de una media de 23.6 grados para la articulación subastragalina, a una media de 43.1 grados para la articulación astrágalo escafoidea, y a sólo una media de 15.8 grados para la articulación calcáneo cuboidea. Las dos últimas articulaciones, por lo tanto, no solo tienen diferentes grupos de ejes sino que realizan rotaciones de diferente magnitud (Fig. 22I y 22J). Por lo que, así como concluye Huson “no existe una sola articulación de Chopart, o mediotarsiana” (Huson *et al.* 1986). Benink (1985) mostró que el movimiento continuo de las articulaciones del tarso *in vivo* siguen patrones similares a la movilidad reportada por Van-Langelaan en sus experimentos.

La articulación calcáneo cuboidea tiene una “posición de paquete cerrado” cuando el pie se encuentra en la posición neutral. Durante la inversión las superficies de la articulación calcáneo cuboidea están solo en contacto limitado y entran en una “posición de paquete suelto” regulada por el ligamento plantar calcáneo cuboideo. Las fibras más largas de este ligamento están localizadas lateralmente y las fibras más cortas están localizadas en el lado medial del pie (Fig. 21).

La articulación subastragalina también tiene su “posición de paquete cerrado” en posición neutral del pie con apoyo, y pasa a través de la “posición de paquete suelto” durante

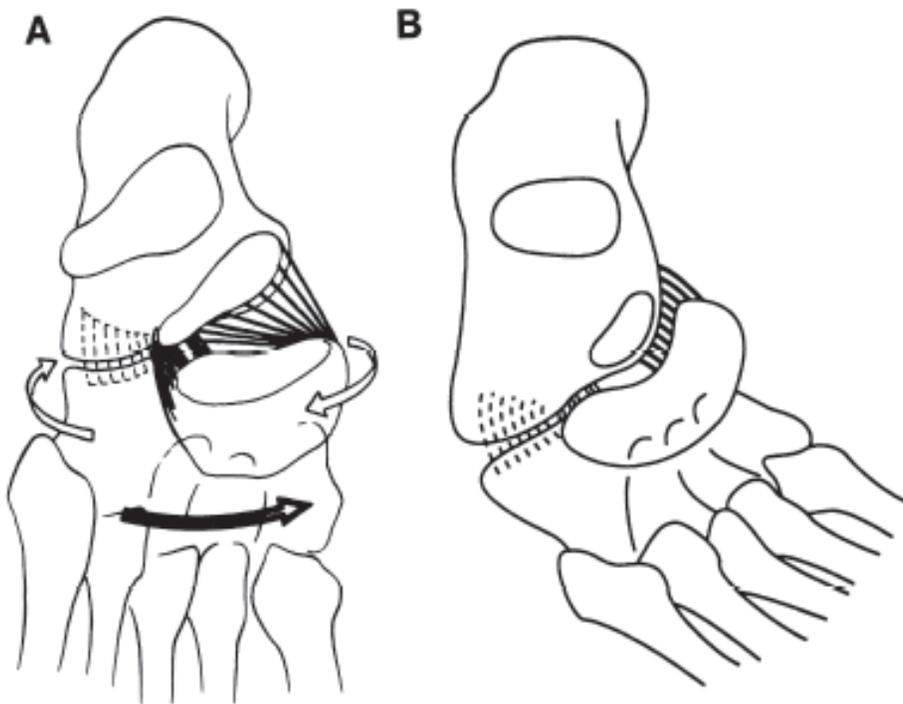


Fig. 21A Esquema de la vista dorsal de la plataforma subastragalina de un pie normal, que demuestra la disposición de los ligamentos plantares calcáneo escafoideo y calcáneo cuboideo, corriendo longitudinalmente. Las fibras más cortas se encuentran en la línea media del pie mientras que las fibras más largas se encuentran en el borde lateral del pie. Esta disposición permite los movimientos de inversión y de eversión del escafoides y cuboides con respecto al astrágalo y al calcáneo (flechas claras) combinados con la aducción del escafoides y del cuboides (flecha oscura). (De Huson 1961).

Fig. 21B En el pie equino varo el acortamiento del ligamento calcáneo escafoideo y el desplazamiento medial del escafoides, reduce importantemente el tamaño de la articulación subastragalina y produce aducción del pie frente y bajo el astrágalo.

la inversión, regulada por las poderosas fibras de los ligamentos profundos interóseos subastragalinos, quienes juegan un papel cinemático similar a la del ligamento calcáneo cuboideo plantar. (Figs 19A y 19C).

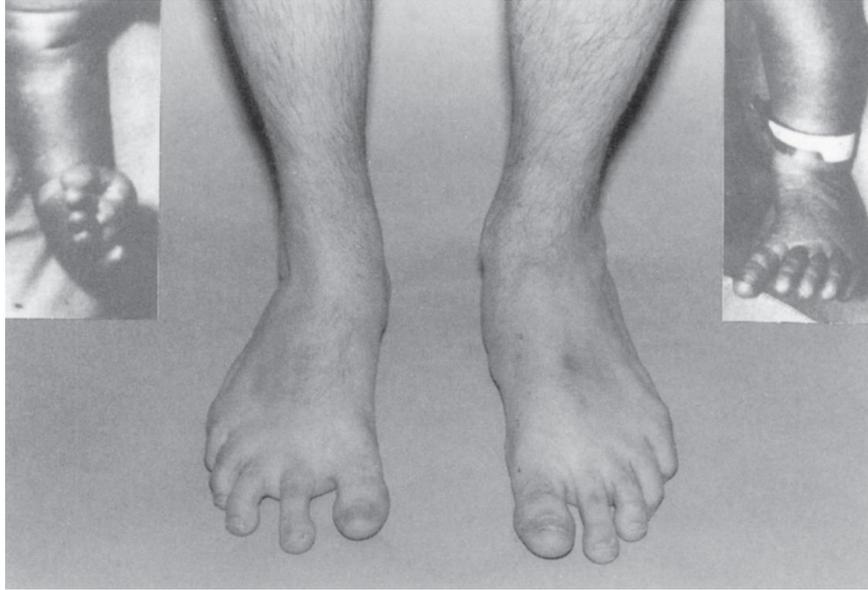
La articulación astrágalo-calcáneo-escafoidea es una artrodia donde se hace la conexión entre el astrágalo, el escafoides y el calcáneo. (E.B. Smith 1896; J.W. Smith 1958). El ligamento calcáneo escafoideo plantar forma parte de la articulación y soporta la cabeza del astrágalo mientras que contribuye a mantener el arco del pie (Fig. 21). Este ligamento contiene abundantes fibras elásticas las cuales se contraen durante la inversión. (ver *Anatomía de Gray*, 1973).

Los movimientos de las articulaciones del tarso ocurren simultáneamente. Si uno de ellos es bloqueado los otros son funcionalmente bloqueados también. Esta característica indica que la articulaciones del tarso pertenecen a lo que Huson llamó “un mecanismo restrictivo” (Figs 22I y 22J).

La articulación del tobillo fue bien estudiada por Inman (1976). El eje de rotación de la articulación del tobillo “no está en el plano coronal sino en uno que pasa de anteromedial a posterolateral”. En la flexión plantar, la cabeza del astrágalo se desliza medialmente y el calcáneo se invierte (Elftman 1935, 1960) El eje no está fijo sino que cambia constantemente a través del rango de movimiento. Puede alterarse, considerablemente, durante el arco de movimiento y difiere significativamente entre cada individuo (Barnet y Namier 1952; Lundberg *et al.* 1989).

En el pie normal, las rotaciones de la pierna son convertidas por el mecanismo del tarso en movimientos de inversión y eversion del pie. (Lundberg 1988, 1989). La rotación externa de la pierna es seguida por la rotación externa del astrágalo, causando inversión del calcáneo y discreta abducción, debido a la inclinación de la articulación subastragalina posterior. La inversión y ligera abducción del calcáneo causa inversión y adducción del cuboides y del escafoides, aumentando así el arco del pie induciendo la flexión del primer metatarsiano para que llegue al suelo. La rotación interna de la tibia causa eversion del calcáneo y aplanamiento del arco. En cada uno de estos movimientos los ligamentos son elementos estructurales cruciales, especialmente las fibras que corren horizontalmente del ligamento peroneoastragalino anterior (Inman 1976; Huson *et al.* 1986). Benink extendió el trabajo de Huson a sujetos vivos y encontró que la magnitud de la fuerza aplicada a la tibia requerida para supinar el tarso por rotación, varía significativamente de un individuo a otro (Huson *et al.* 1986). Benink (1985) describió el índice tarsal, determinado por las posiciones relativas del astrágalo y del calcáneo en radiografías laterales. Los índices del tarso son bajos en pies cavos y altos en pies planos.

No se puede separar el movimiento del tobillo y el de la articulación subastragalina en sujetos vivos. El movimiento del complejo pie-tobillo en cualquier dirección, ocurre por el movimiento combinado de ambas articulaciones (llamado enganche cinemático por Siegler *et al.* 1988), y es el resultado de las rotaciones de ambas articulaciones, la del tobillo y la subastragalina. La contribución de la articulación del tobillo para la dorsiflexión/flexión plantar del pie es mayor que la de la subastragalina. La contribución de la articulación subastragalina para la inversión/eversion es mayor que la del tobillo. “Las articulación del tobillo y subastragalina participan por igual para la rotación interna/externa del complejo pie-tobillo” (Siegler *et al.* 1988).



A



B

Figs 22A y 22 B Vista anterior y posterior de los pies de un hombre de 32 años nacido con un pie equino varo derecho, y con metatarso aducto en el izquierdo (inserciones). El pie equino varo fue tratado con 5 moldes de yeso aplicados después de manipulaciones. Los yesos fueron usados por 7 semanas. El metatarso aducto fue tratado con dos yesos aplicados por 4 semanas. El paciente usó una barra en abducción para los pies por las noches por 2 años y medio. El zapato derecho fue fijado a la barra en rotación externa de 60 grados; el izquierdo en posición neutra.

A los 32 años, es un trabajador de la construcción, que trabaja el día entero sin sentir ningún tipo de dolor o incomodidad. El pie derecho es 1.5 cm más corto que el pie izquierdo; la pierna derecha es 2 cm más corta que la pierna izquierda; la circunferencia de la pantorrilla derecha es 2 cm más pequeña que la izquierda. El pie derecho está bien alineado; el pie izquierdo tiene un arco plano y el talón está en valgo.



C



D



E



F

Figs. 22 C, D, E y F El rango de movimiento del retropié derecho está limitado, aunque el paciente no está consciente de esta limitación. El movimiento del antepié es normal en ambos pies.



Fig. 22G Radiografía de ambos pies con apoyo. En el pie equino varo derecho tratado, el escafoides está acuñaado, aplanado, y medialmente rotado como lo demuestra la proximidad de la tuberosidad y el maléolo medial. El ángulo astrágalo calcáneo es de 10 grados en el pie derecho y 26 grados en el izquierdo. La cabeza del astrágalo es menos esférica en el pie derecho que el izquierdo. En el pie derecho, el medio pie está en ligera supinación. La alineación normal del pie derecho es resultado, en parte, de la angulación lateral de las cuñas y el cuboides.

En el pie equino varo, la cinemática está sumamente alterada por el severo acortamiento de los ligamentos medial y posterior del tarso y por la rigidez del tibial posterior y los gastrosóleos. El ligamento deltoideo que se encuentra fibroso y contracturado mantiene el calcáneo en inversión. El escafoides se mantiene severamente desplazado medialmente e invertido por la fibrosis de los ligamentos tibioescafoideo y calcáneoescafoideo plantar y la tracción del rígido tendón tibial posterior (Attenborough 1966), (Fig. 21). En las secciones de los fetos estudiados, los ligamentos interóseo subastragalino, el ligamento bifurcado y el cuboideo escafoideo no suelen participar en la fibrosis. Sin embargo, debido a la interdependencia de las articulaciones del tarso, el desplazamiento del escafoides produce desplazamiento e inversión del cuboides y del calcáneo. Invariablemente el escafoides y el cuboides están severamente desplazados medialmente así como invertidos. La forma de las superficies articulares del astrágalo cambia para adaptarse a la posición alterada de los elementos del tarso (vea Fig.9 del Capítulo 2).

La movilidad de la parte posterior del pie está muy limitada. En el tarso severamente supinado del pie equino varo, el rango de movilidad pasiva varía



Fig. 22H Radiografías laterales con apoyo. En el pie derecho (arriba), la esfericidad del domo del astrágalo está ligeramente disminuída, el tubérculo lateral del astrágalo es pequeño, el seno del tarso es grande y el tubérculo del escafoides está muy cerca del maléolo medial. El arco interno es de tamaño normal en el pie derecho y plano en el pie izquierdo (abajo). Todas las articulaciones tienen un espacio normal en los dos pies.

importantemente. Solo unos pocos grados de abducción pasiva pueden ser obtenidos en el tarso de pies rígidos, mientras 20 o 30 grados son alcanzados en casos menos severos. Aun con abducción forzada, el tarso de un pie equino varo no tratado, no puede ser llevado a una posición normal o neutra.

Aunque los huesos del tarso están desplazados y las articulaciones deformes, son congruentes en la posición de equino varo. En esta posición tanto la articulación astrágaloescafoidea y subastragalina están en una posición compacta. Las superficies deformadas de la articulación calcáneo cuboidea tienen un contacto mínimo. Las articulaciones se vuelven incongruentes cuando se intenta la corrección de la deformidad, a menos que la corrección se realice gradualmente, dando oportunidad para la remodelación gradual de las superficies articulares, como se ha ilustrado bellamente con imágenes de resonancia magnética por Pirani *et al.* (2001). Una alineación quirúrgica de los elementos esqueléticos requiere cortar la mayoría de los ligamentos del tarso, llevando a que todas las articulaciones se subluxen provocando una posición completamente inestable.

Los ligamentos de las articulaciones entre el escafoides y las cuñas, y los que están en la articulación de Lisfranc y en los dedos, no están involucrados en la fibrosis que afecta principalmente al retropie. Aunque está en aducción, el antepie está menos supinado que el retropie. Por lo que el resultado es cavo con el primer metatarsiano en mayor flexión plantar que los metatarsianos laterales, posiblemente causado por la

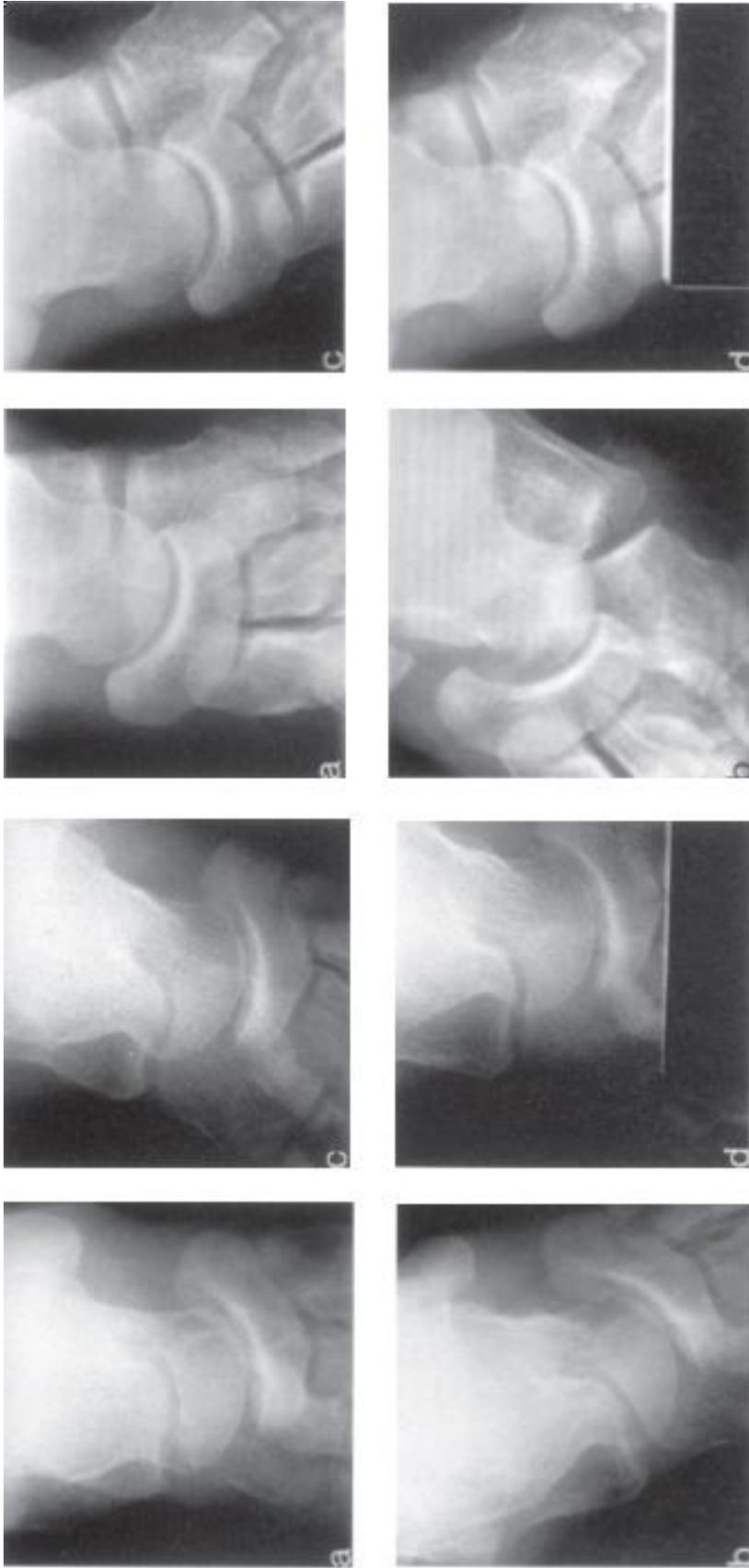


Fig 22J y 22J Radiografía Anteroposteriores de el tarso del mismo paciente tomadas a los 15 años de edad. Las radiografías de cada pie fueron tomadas con los pies en distintos grados de supinación (**a y b**) y pronación (**c y d**). Cuando los pies eran supinados había un gran deslizamiento del tarso en los dos pies debido a laxitud de los ligamentos del pie. El movimiento era mayor en el escafoides. Había un poco de separación en la articulación calcáneo cuboidea. Cuando los pies eran pronados (**e y f**), sin embargo, había cierta restricción de la movilidad del pie equino varo derecho tratado.

tracción del peroneo largo. Las articulaciones de la parte anterior del pie son casi normales aunque la primera articulación cuneo-metatarsiana puede estar medialmente inclinada en algunos pies equino varos, como se ha observado en muchos pies con metatarso aducto.

En el pie equino varo, la movilidad activa y pasiva de la parte anterior del pie y los dedos está mínimamente limitada. En la mayoría de los casos al nacer, la aducción del antepie puede ser corregida a una posición casi normal en la articulación de Lisfranc, y los metatarsianos pueden ser flexionados y extendidos a través de un rango de movimiento normal. Aún en los casos donde la primera articulación cuneo-metatarsiana está inclinada medialmente, el primer metatarsiano se puede alinear apropiadamente con el resto de los metatarsianos, así eliminando el cavo. Sin embargo en el raro pie equino varo complejo los ligamentos plantares y los músculos plantares intrínsecos profundos son muy cortos y gruesos, causando un cavo severo con todos los metatarsianos en flexión plantar (ver Capítulo 12).

El contraste entre la rigidez de la parte posterior del pie en supinación severa y la flexibilidad de la parte delantera del pie representa un reto para el ortopedista que intenta corregir la deformidad. El pie normal se puede supinar y pronar libremente. Sin embargo los intentos de pronar un pie equino varo, pronaría solo el antepie pero no el retropié. Además de que los ligamentos del retropié son rígidos, los ejes de movimiento de las articulaciones del tarso están muy desplazados medialmente debido a la rotación interna extrema y el desplazamiento de los huesos del tarso. Por lo tanto el pie debe ser abducido en supinación bajo el astrágalo para que los ligamentos mediales, el tibial posterior y los flexores de los dedos que se encuentran tensos se puedan elongar. La inversión del calcáneo, escafoides y el cuboides disminuirá gradualmente a medida que el pie este en mayor abducción. (Fig 19, 22I, y 22J; ver también Fig 32B y 32C, Capítulo 7). La pronación forzada del pie equino varo incrementará el cavo. Esto lo observamos claramente en la década de los cincuenta con cineradiografía.

Muchos pies equino varos no se pueden corregir anatómicamente. Después del tratamiento existe aducción residual de los huesos del tarso, así como anomalías de las articulaciones y algo de limitación de la movilidad. En los pies equino varos severos con ligamentos mediales y el tendón del tibial posterior muy rígidos una reducción completa de la rotación medial del escafoides es imposible. El calcáneo no puede ser completamente abducido a su posición normal debajo del astrágalo. Una corrección parcial del desplazamiento del tarso es suficiente para una buena función del pie como se ilustra en la Fig. 22. La movilidad de las articulaciones del tarso, aunque limitada, está compensada por los rangos normales de movilidad del antepie. Por lo tanto, el rango de movimiento de todo el pie es suficiente para las actividades normales de la vida hasta la cuarta década de la vida y posiblemente de por vida, como lo demuestra nuestro último seguimiento. Una explicación más detallada, será proporcionada en el capítulo 7 donde se discute el tratamiento.

Referencias

- Attenborough, C.G.. (1966). Severe congenital talipes equinovarus. *J. Bone Joint Surg.*, **48B**, 31.
- Barnett, C.H. and Napier, J.R. (1952) The axis of rotation at the ankle joint is the man. Its influence upon the form of the talus and the mobility of the fibula. *Anatomy*, **86**, 1.
- Benink, R.J. (1985). The constraint mechanism of the human tarsus. *Acta Orthop. Scand.*, **56** (Suppl. 215).
- Elftman, H. (1960). The transverse tarsal joint and its control. *Clin. Orthop.*, **16**, 41.
- Elftman, H. and Manter, J. (1935). The evolution of the human foot with special reference to the joints. *J. Anat.* **70**, 56.
- Farabeuf, L.H. (1893). *Précis de manual operative* (4th edn). Masson, Paris. 1893. (First published 1872, Masson, Paris.)
- Fick, R. (1904). *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke*. Verlag G. Fischer, Jena.
- Gray, H. (1973). *Anatomy of the human body* (29th edn). (ed. C.M. Goss). Lea & Febiger. Philadelphia 1973.
- Hicks, J.H. (1953). The mechanics of the foot. 1. The joints. *J. Anat.*, **87**, 345.
- Huson, A. (1961). Een ontleedkundig functioneel Onderzoek van de Voetwortel (An anatomical and functional study of the tarsus). Ph.D. dissertation, Leiden University.
- Huson, A., Van Langelaan, E.J., and Spoor, C.W. (1986). The talocrural mechanism and tibiotalar delay. *Acta Morphol. Neerl.-Stand.*, **24**, 296.
- Huson, A., Van Langelaan, E.J., and Spoor, C.W. (1986). Tibiotalar delay and tarsal gearing. *J. Anat.*, **149**, 244.
- Inman, V.T. (1976). *The joints of the ankle*. Williams & Wilkins Baltimore.
- Jahss, M.H. (1991). *Disorders of the foot and ankle*. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Lundberg, A., Svensson, O., Nemeth, G., and Selvik, G. (1989). The axis of rotation of the ankle joint. *J. Bone Joint Surg.*, **71B**, 94.
- Lundberg, A. (1989). Kinematics of the ankle/foot complex. Part III: Influence of leg rotation. *Foot Ankle*, **9**, 304.
- Lundberg, A. (1988). Patterns of motion of the ankle/foot complex. Ph.D. dissertation, Karolinska Institute, University of Stockholm.
- Manter, J.B.T. (1941). Movements of the subtalar and transverse tarsal joints. *Anat. Rec.*, **80**, 397.
- Payr, E. (1927). Der heutige stand der Gelenkchirurgie. *Archiv für Clin. Chir.*, **148**, 404.
- Pirani, S., Zeznik, L., Hodges, D. (2001). Magnetic resonance imaging study of the congenital clubfoot treated with the Ponseti method. *J. Pediatr. Orthop.*, **21**, 719.
- Siegler, S., Cheu, J., and Schenck, C.D. (1988). Three dimensional kinematics and flexibility characteristics of the human ankle and subtalar joint. Part I: Kinematics. *J. Biomech. Eng.*, **110**, 364.
- Smith, E.B. (1986). The astragalo-calcaneo-navicular joint. *J. Anat. Physiol.*, **30**, 390.
- Smith, J.W. (1958). The ligamentous structures in the canalis and sinus tarsi. *J. Anat.*, **92**, 616.
- Van Langelann, E.J. (1983). A kinematical analysis of the tarsal joints. *Acta Orthop. Scand.*, **54** (Suppl. 204).
- Virchow, H. (1899). Uber die Gelenke der Fusswurzel. *Arch. Anat. (Physiol. Abt.)* (Suppl), 556.

5

Patogénesis

Muy pocos casos de pie equino varo congénito, se deben a causas ambientales o extrínsecas. Algunos autores creen que “el pie equino varo congénito asociado a bandas amnióticas, es secundario a la disminución de la capacidad del útero secundario a ruptura prematura del amnios con el corion intacto” (Cowell y Wein 1980). Muchos pies equino varos, son parte de numerosos síndromes en un patrón estrictamente Mendeliano, ya sea de herencia autosómica dominante o autosómica recesiva (Wynne-Davies 1965). Además, las anomalías citogenéticas, como el exceso del material citogenético o la delección de una porción del cromosoma, pueden producir individuos con síndromes con pie equino varo. Muchos autores creen que el pie equino varo idiopático es causado principalmente por un sistema de herencia multifactorial. (Wynne-Davies 1965; Wynne-Davies et al. 1982). Sin embargo, Rebbeck et al. (1993), mediante un análisis complejo de segregación, refuerza la hipótesis de que la deformidad puede ser explicada por la segregación de un único gen Mendeliano junto con otros genes menores o una contribución no genética. (Wang et al. 1988).

Muchas teorías han sido propuestas para explicar la patogénesis del pie equino varo idiopático. Deformidades óseas severas han sido descritas en pies equino varos idiopáticos no tratadas de niños y adultos, y deformidades óseas similares han sido demostradas en pies equino varos de origen neurogénico, en los cuales las deformidades están relacionadas a un imbalance neuromuscular. La mejoría en las deformidades esqueléticas, después de la manipulación y tratamiento con yesos, de los pies equino varos idiopáticos indican la importancia del estímulo mecánico dirigido apropiadamente sobre el crecimiento esquelético normal, como lo demostró Pirani et al. con imágenes de RMN. La angulación medial del cuello del astrágalo observado en muchos fetos con pies equino varos, nunca fué vista en ninguno de nuestros pacientes tratados, revisados a 20 y 30 años de evolución. Todas estas observaciones sugieren que la posición y forma anormal del molde cartilaginosa del tarso en los pies equino varos de fetos y niños son causadas por fuerzas extrínsecas sobre el esqueleto.

Sin embargo, otros autores sugieren que una posición anormal en el útero o una cavidad uterina pequeña, secundaria a la pérdida de líquido amniótico podría ser la causa de la deformidad del pie equino varo. Dietz menciona que "la evidencia que apoya el moldeo intrauterino como causa de pie equino varo, no tiene soporte" (Dietz 1985). La presencia del tríceps sural acortado, en dos de nuestros especímenes y de los ligamentos posteriores dentro de la articulación del tobillo, sugieren que el acortamiento de la unidad músculo-tendinosa, o de otros factores desconocidos, podría ser la causa primaria de la posición en equino y no secundaria a la presión externa. Más argumentos en contra de esta teoría, es el hecho de que otras condiciones presumiblemente causadas por presión uterina, tal como sucede en el calcáneo valgo y el pie equino varo postural, se resuelven espontáneamente en cuestión de semanas después del nacimiento.



Fig. 23 Pie equino varo de un feto de 24 semanas visto por ecografía. No se observó deformidad en equino varo en la ecografía de este feto a las 12 semanas. Al nacimiento el bebé tenía una artrogriposis periférica, como se ilustra en la Figura 24.

La ecografía actual aplicada al estudio del desarrollo del feto *en el útero*, ha abierto una nueva dimensión en este campo. En la ecografía, nosotros y otros autores (Benacerraf y Frigoletto 1985; Jeanty et al 1985; Benacerraf 1986; Bronshtein y Zimmer, 1989; Bronshtein et al 1992), hemos observado que un pie de apariencia normal de un feto a las 11 semanas de edad, se convierte en pie equino varo a las 14 semanas, dentro de una cavidad uterina llena de líquido amniótico abundante. El pie equino varo congénito, por lo tanto, parece ser una anomalía del desarrollo que se presenta después del tercer mes de vida intrauterina y no una malformación embrionaria (Fig. 23).

Los defectos neuromusculares han sido implicados en la etiología del pie equino varo. Sin embargo, los estudios histológicos de los músculos de las piernas en pacientes con pie equino varo con enfermedades neurológicas, no son relevantes para el pie equino varo idiopático. El pie equino varo en pacientes con miopatías tampoco debe confundirse con el idiopático. Estudios histoquímicos y ultraestructurales de los músculos de la pierna en pacientes con pie equino varo se han reportado recientemente. Algunos de estos estudios no mostraron anomalías, mientras que otros, mostraron cambios que sugieren anomalías neurológicas, tales como un aumento de fibras musculares de tipo 1 (Isaacs et al 1977; Handelsman y Glasser, 1994). Se ha observado también, incremento de tejido fibroso en la unión músculotendinosa de los músculos de las piernas. Los cambios de origen neural en los músculos de la pierna de los pacientes con pie equino varo idiopático, no han sido demostrados con certeza, clínicamente o mediante electromiografía.

Independientemente del tratamiento, la circunferencia de la pierna en todos los pacientes con pie equino varo unilateral, es más pequeña en el lado afectado que en el lado normal (Wiley, 1959; Carrol 1990). Se ha descrito frecuentemente en el pie equino varo, que el acortamiento de la unidad músculo-tendinosa en la pierna afectada se asocia con fibrosis muscular (Wiley 1959). El descubrimiento reciente de mutaciones en la miosina fetal en pacientes con artrogriposis distal, al que se refiere en el Capítulo 3 sugiere que el pie equino varo congénito puede ser causado por un defecto de la miosina fetal en los músculos flexores del pie y la

fibrosis subsecuente. Esta hipótesis explicaría muchos de los aspectos clínicos observados en el pie equino varo congénito.

El pie equino varo tiende a empeorar y se vuelve más rígido rápidamente después del nacimiento. La razón puede ser que hay una rápida síntesis de colágena en los tendones y ligamentos durante las primeras semanas de vida. Esta rápida síntesis de colágena inmediatamente antes y después del nacimiento, parece ser la causa de la gran tendencia de la deformidad a recidivar rápidamente después de la corrección en bebés prematuros y en la infancia temprana. La síntesis de colágena disminuye gradualmente hasta los cinco o seis años de edad, cuando la acumulación de colágeno en los ligamentos es muy baja. Posiblemente, la marcada fibrosis y la cicatriz observada después del tratamiento quirúrgico en bebés, está relacionada con la alta síntesis de colágena en esta edad. Se produce menos fibrosis cuando la cirugía se demora hasta los 6 a 12 meses de edad (Green y Lloyd Roberts, 1985).

En los pies equino varo que hemos estudiado, encontramos aumento del tejido fibroso en los músculos, fascias, ligamentos y vainas tendinosas posteromediales (Ionasescu 1974, Ippolito y Ponseti 1980; véase también el capítulo 3, de este volumen). Como se mencionó anteriormente, *en un estudio de microscopía electrónica de la fascia medial y lateral del pie equino varo*, Zimny et al. (1985) observaron tres tipos de células en la fascia medial del pie equino varo: fibroblastos típicos, células semejantes a miofibroblastos y células cebadas. Zimny et al. (1985) especuló que la contractura de los ligamentos mediales del tarso en el pie equino varo, pudiera deberse a las células semejantes a los miofibroblastos, y que esta contractura puede aumentar por la histamina liberada por los mastocitos. Fukuhara et al. (1994) también observaron células similares a miofibroblastos en el ligamento en Y y especuló que la deformidad el pie equino varo resulta de la fibromatosis en los ligamentos mediales del tarso, como Ippolito y yo describimos en 1980.

El período de actividad de cualquier factor anormal, es variable. En casos severos, puede durar desde la décima semana de embarazo hasta el sexto o séptimo año de edad. En casos leves, puede empezar en la vida fetal tardía y permanecer activo durante sólo unos meses después del nacimiento. En todos los casos, la fibrosis resultante es más acentuada a partir de unas pocas semanas antes del nacimiento y hasta unos pocos meses después del mismo. Como hemos mencionado previamente, este es el periodo en el cual, la acumulación de colágena es mayor en los tendones y los ligamentos de los mamíferos normales y, presumiblemente, también del hombre.

En conclusión, los hallazgos de Toydemir et al. (2006), mostrando que los defectos de las proteínas sarcoméricas son una causa común de síndromes con contracturas congénitas, sugieren que el pie equino varo congénito es una contractura congénita aislada debido a un defecto a la miosina fetal en el tibial posterior y los músculos flexores del pie. Simultáneamente existe un aumento del tejido conectivo intercelular y fibrosis en tendones y ligamentos. Después del nacimiento, otras proteínas sarcoméricas compensan el defecto de la miosina fetal. Por lo que, si el pie es bien corregido, se desarrolla normalmente aunque los músculos afectados en el feto nunca recuperan su tamaño normal.

Referencias

- Benacerraf, B.R. (1986). Antenatal sonographic diagnosis of congenital clubfoot. A possible indication for amniocentesis. *J. Clin. Ultrasound*, **14**, 703.
- Benacerraf, B.R. and Frigoletto, F.D. (1985). Prenatal ultrasound diagnosis of clubfoot. *Radiology*, **155**, 211.
- Bronshtein, M. and Zimmer, E.Z.: Transvaginal ultrasound diagnosis of fetal clubfeet at 13 weeks, menstrual age. *J. Clin. Ultrasound*, **17**, 518.
- Bronshtein, M., Liberson, A., Lieberon, S., and Blumenfeld, Z. (1992). Clubfeet associated with hydrocephalus: new evidence of gradual dynamic development *in utero*. *Obstetrics and Gynecology*, **79**, 864.
- Carroll, N. (1990). Clubfoot. In *Pediatric orthopaedics*, (3rd edn), (ed. R.T. Morrissey), J.P. Lippincott, Philadelphia.
- Cowell, J.R. and Wein, B.K. (1980). Genetic aspects of clubfoot. *J. Bone Joint Surg.*, **62A**, 1381.
- Dietz, F.R. (1985). On the pathogenesis of clubfoot. *Lancet*, **1**, 388.
- Fukuhara, K., Schollmeier, G., and Uhthoff, H. (1994). The pathogenesis of clubfoot: A histomorphometric and immunohistochemical study of fetuses. *J. Bone Joint Surg.*, **76B**, 450.
- Green, A.D.L. and Lloyd-Roberts, G.C. (1985). The results of early posterior release in resistant clubfeet. *J. Bone Joint Surg.*, **67B**, 588.
- Handelsman, J.E. and Glasser, R. (1994). Muscle pathology in clubfoot and lower motor neuron lesions. In *The clubfoot*, (ed. G.W. Simons), Springer-Verlag, New York, 1994.
- Ionasescu, V., Maynard, J.A., Ponseti, I.V., and Zellweger, H. (1974). The role of collagen in the pathogenesis of idiopathic clubfoot. Biochemical and electron microscopic correlations. *Helv. Paediatr. Acta*, **29**, 305.
- Ippolito, E. and Ponseti, I.V. (1980). Congenital clubfoot in the human fetus. A histological study. *J. Bone Joint Surg.*, **62A**, 8.
- Jeanty, P., Romero, R., d'Alton, M., Venus, I., and Hobbins, J.: (1985). *In utero* sonographic detection of hand and foot deformities. *J. Ultrasound Med.*, **4**, 595.
- Kojima, A., Nakahara, H., Shimizu, N., Taga, I.; Ono, K., Nonaka, I., and Hiroshima, K. (1994). Histochemical studies in congenital clubfeet. In *The clubfoot*, (ed. G.W. Simons), Springer-Verlag, New York.
- Pirani, S., Zeznik, L., Hodges, D. (2001). Magnetic resonance imaging study of the congenital clubfoot treated with the Ponseti method. *J. Pediatr. Orthop.*, **21**, 719.
- Rebbeck, T.R., Dietz, F.R., Murray, J.C., and Buetow, K.H. (1993). A single-gene explanation for the probability of having idiopathic talipes equinovarus. *Am. J. Hum. Genet.*, **53**, 1051.
- Toydemir, R.M., Rutherford, A., Whitby, F.G., Jorde, L.B., Carey, J.C., and Bamshad, M.J. (2006). Mutations in embryonic myosin heavy chain (MYH3) cause Freeman-Sheldon syndrome and Sheldon-Hall syndrome. *Nature Genetics*, **38**, 561.
- Wang, J., Palmer, R., and Chung, C. (1988). The role of major gene in clubfoot. *Am. J. Hum. Genet.*, **42**, 772.

- Wiley, A.M. (1959). An anatomical and experimental study of muscle growth. *J. Bone Joint Surg.*, **41B**, 821.
- Wynne-Davies, R. (1965). Family studies and aetiology of clubfoot. *J. Med. Genet.*, **2**, 227.
- Wynne-Davies, R., Littlejohn, A., and Gormley, J. (1982). Aetiology and inter-relationship of some common skeletal deformities. *J. Med. Genet.*, **19**, 321.
- Zimny, M.L., Willig, S.J., Roberts, J.M., and D'Ambrosia, R.D. (1985). An electron microscopic study of the fascia from medial and lateral sides of clubfoot. *J. Pediatr.* **Zimny, J.**, **5**, 577.

6

Historia clínica y exploración física

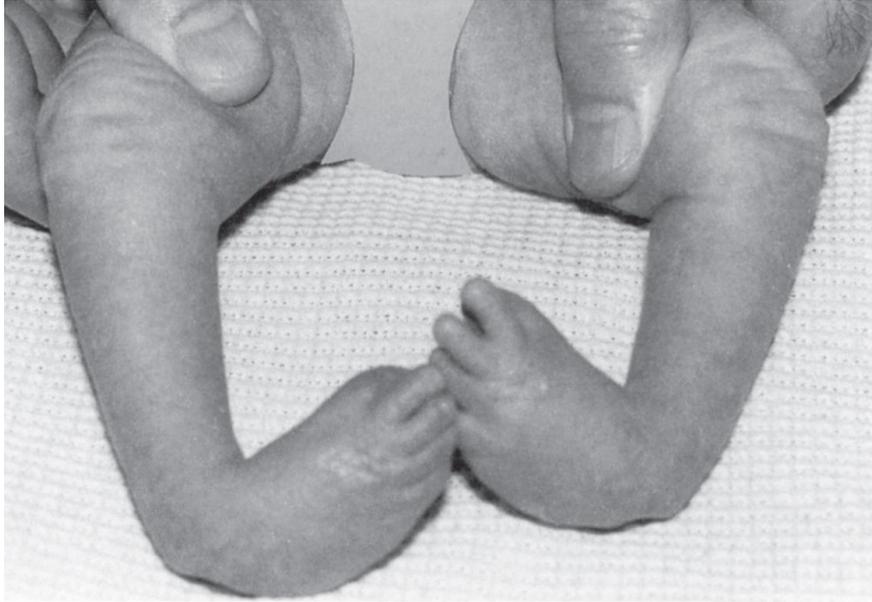
Debe obtenerse una historia familiar y realizar un examen clínico general de todo bebé con pie equino varo, aún después de la evaluación hecha por el pediatra. La historia familiar debe incluir una investigación detallada de los defectos congénitos del aparato locomotor.

El bebé debe estar completamente descubierto cuando se examina, primero en posición supina y luego en posición prona, con el fin de detectar posibles anomalías en la cabeza, cuello, pecho, tronco y columna vertebral. Posteriormente se deberá realizar un examen neurológico, seguido de la evaluación de la movilidad del tronco y extremidades.

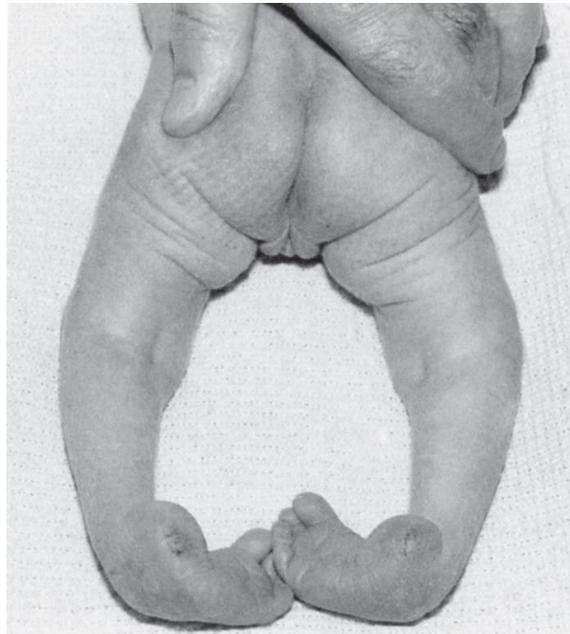
El bebé debe ser examinado para detectar anomalías en la movilidad de caderas y rodillas. La rigidez o limitación del movimiento en otras articulaciones además de los pies, es de mal pronóstico, ya que a menudo indica formas limitadas de artrogriposis. Algunos pocos casos de pie equino varo rígido pueden tener una contractura en flexión muy discreta del pulgar o de dos o tres dedos. Esto desaparecerá con ferulización, después del primer año (Fig. 24).

Deben medirse la longitud de las extremidades inferiores y la circunferencia de los muslos y piernas. Los pliegues cutáneos de los muslos, las piernas, el tobillo y el pie deben ser registrados, así como el grado de equino, varo, aducción del antepié, cavo y supinación del pie (Catteral 1991, 1994; Goldner y Fitch 1994; Pirani 2002).

La severidad y rigidez en los componentes del pie equino varo, son variables al nacimiento. El ortopedista con experiencia puede determinar fácilmente el grado de desplazamiento de los huesos y el arco de movilidad de las articulaciones del pie equino varo. Al examinar un pie equino varo, es aconsejable tener en mente o a la vista una fotografía de un ejemplar bien disecado (ver Fig. 9, Capítulo 2). Debe identificarse la posición de los maléolos en relación a la cresta y la tuberosidad tibial, la cabeza del astrágalo y la tuberosidad del calcáneo deben ser identificados. Se debe registrar el grado de afectación de las siguientes anomalías: equino del talón, rigidez del tendón de Aquiles, circunferencia de la pierna y la retracción proximal del músculo gastrocnémico, la inversión y aducción del calcáneo, y que tan subcutánea es la cabeza del astrágalo frente al maléolo lateral. El ángulo de aducción del antepié se puede medir observando el pie desde la planta (Alexander, 1990). El metatarso aducto severo no debe confundirse con el pie equino varo, ni tratarse como tal. El resultado es una desastrosa deformidad iatrogénica en valgo. El metatarso aducto se diferencia fácilmente del pie equino varo, ya que no tiene equino, y es probablemente secundario a debilidad del cuadrado plantar insertado en los flexores largos de los dedos. Generalmente se corrige espontáneamente.



A



B

Figs. 24A y 24B Pie equino varo severo, rígido, en una niña recién nacida con artrogriposis que afecta las piernas y con mínima rigidez de dos dedos. No se observó función muscular por debajo de las rodillas. Las rodillas tienen 20 grados de contractura en flexión.

Para determinar la posición y rango de movimiento del escafoides y el calcáneo en el pie equino varo, el ortopedista debe mantener sostenidos firmemente los orjeos y metatarsianos con una mano, mientras que con la otra, palpa de frente, los maléolos con el pulgar y el índice. El pulgar debe apoyarse sobre el maléolo peronéo, que es mucho más prominente que el maléolo tibial, en el que se apoya el dedo índice.



Fig. 24C Los pies equino varos fueron parcialmente corregidos con manipulaciones cada 5 días, y un total de diez yesos colocados. La barra en abducción no pudo aplicarse ya que las rodillas eran inestables lateralmente y los músculos del muslo débiles. A pesar del uso de férulas largas para la pierna, una severa deformidad recidivó. Las recidivas severas tempranas, son comunes en la artrogriposis.

El maléolo tibial es menos prominente debido a que el escafoides se apoya contra la punta de éste. A medida que el dedo índice y el pulgar se deslizan hacia abajo de los maléolos, el pulgar caerá sobre la cabeza prominente del astrágalo, mientras que el índice llegará a la parte superior del escafoides. Con la mano que sujeta los dedos y metatarsianos, se da abducción al pie, mientras que el índice de la otra mano empuja el escafoides hacia abajo y afuera. La distancia entre el maléolo medial y el escafoides indica el grado de desplazamiento del escafoides. En el pie equino varo, la tuberosidad del escafoides está en contacto con el maléolo medial y se resiste a la separación. La cara lateral de la cabeza del astrágalo se puede palpar con el dedo pulgar. La tuberosidad anterior del calcáneo se puede palpar bajo la cabeza del astrágalo. El grado de movimiento de la articulación subastragalina se puede estimar cuando el pie está abducido (Figs 25 y 26).

Es fácil de encontrar mediante palpación la articulación calcáneocuboidea, para determinar la posición del cuboides y su grado de desplazamiento. Debido a la laxitud de los ligamentos entre el escafoides y el cuboides, en la mayoría de los pies equino varos, el desplazamiento medial del cuboides se corrige fácilmente cuando el antepie se abduce contra la presión aplicada con el pulgar en la cara lateral de la cabeza del astrágalo. Sin embargo, el cuboides, continuará desplazado medialmente si el ortopedista ejerce contrapresión en la articulación calcáneocuboidea.



Fig. 25 Los orjeos y metatarsianos son sujetados con una mano, mientras que con la otra, se palpan de frente, los maléolos con el pulgar y el índice.



Fig. 26 El dedo índice y el pulgar se deslizan hacia abajo para palpar la cabeza del astrágalo y sentir el escafoide con el dedo índice y la tuberosidad del calcáneo con el pulgar. Con la mano sujetando los orjeos y metatarsianos, el pie es abducido y algo de movimiento se percibe en el escafoide. La distancia entre el maléolo medial y la tuberosidad del escafoide indica el grado de desplazamiento del escafoide. El grado de desplazamiento de la tuberosidad anterior del calcáneo bajo la cabeza del astrágalo se relaciona con los cambios en el ángulo astrágalocalcáneo y con el varo del talón.

Los cuñas pueden ser palpadas frente al escafoides. El primer metatarsiano se identifica en flexión plantar. En la mayoría de los casos, puede ser fácilmente extendido ya que la fascia plantar no suele ser muy rígida si el niño no ha sido mal tratado inmovilizando el antepie en pronación.

Los factores más importantes a considerar para determinar el grado de severidad del pie equino varo son: la reducción en el tamaño y el grado de retracción proximal de los músculos de la pantorrilla; la severidad del equino y varo del talón; la rigidez de la aducción del antepie; el grado de desplazamiento medial del escafoides; y la profundidad los pliegues cutáneos en la cara posterior del tobillo y en la cara medial del pie. Un pliegue profundo a través de la planta del pie es vista en el pie equino varo complejo. Un médico con experiencia puede valorar mejor la severidad de la deformidad después de la primera o segunda manipulación y aplicación de yeso. El grado de desplazamiento lateral del escafoides y del calcáneo cuando se abduce el pie, es la clave principal para el ortopedista. Goldner y Fitch (1991, 1994) clasifican la severidad de los pies equino varos de acuerdo a la distancia entre el escafoides y el maléolo medial, en: severa (0-6 mm), moderada (7-12 mm) y leve (13-18 mm). En el pie normal la distancia que ellos midieron era de 19 a 24 mm (la misma medida hecha por nosotros en radiografías de adultos --véase el capítulo 10). Ya que Goldner y Fitch no hacen referencia a la edad del paciente, y los cambios de distancia con la edad, ya sea en un pie equino varo o en un pie normal, sus datos deben ser vistos con reserva.

El análisis de las radiografías anteroposterior y lateral del pie también pueden ayudar al ortopedista a determinar el grado de la deformidad y para evaluar el tratamiento. Sin embargo, es difícil calcular la posición exacta de los huesos del tarso en las radiografías de los niños, porque los centros de osificación de los tres huesos del tarso visibles (calcáneo, astrágalo y cuboides) son pequeños, ovalados y excéntricos. El escafoides, es el componente más desplazado de esta deformidad, no se osifica hasta la edad de 3 o 4 años. Estoy totalmente de acuerdo con Rose et al. (1985) que estudió el pie plano en el niño, "las radiografías no son útiles, al ser imágenes planas de una situación tridimensional". Las líneas diagnósticas y los ángulos deben ser usados con mucha cautela ya que pueden variar al ser vistos en diferentes ejes. Además, los centros de osificación de todos los huesos del pie no aparecen hasta 4 años de edad, y no es hasta los 9 o 10 años, que algunas características como el sustentaculum tali pueden ser vistas. Los ejes de los huesos del pie se puede medir con precisión sólo después de los 6 años de edad ". Cummings y colaboradores (Watts, 1991; Cummings et al 1994) expresan las mismas dudas sobre la confiabilidad de las mediciones de ángulos en los pies de los bebés. Además, en nuestra experiencia con estudios a largo plazo, los valores del ángulo talocalcáneo no predicen con exactitud el éxito o el fracaso del tratamiento.

A menos que el paciente haya sido tratado previamente o tenga una deformidad muy rara, yo no solicito radiografías de los pies del bebé, ni antes ni después del tratamiento con yesos. En nuestro hospital, el tratamiento generalmente se inicia poco después del nacimiento y el bebé tiene tan sólo 2 meses de edad o máximo 3 meses al final del tratamiento, cuando las férulas se aplican para mantener la corrección. A esta edad, la osificación es incompleta y la posición de la cabeza del astrágalo, escafoides, cuboides, calcáneo, y el antepie, se pueden identificar mejor por palpación. El pie tiene un aspecto normal. Las radiografías serán útiles si hay una recidiva, lo cual ocurre generalmente después del 1er o 2do año de vida, cuando la osificación está más avanzada.

Referencias

- Alexander, I.J. (1990). *The foot: examination and diagnosis*. Churchill Livingstone, New York, 1990.
- Catteral, A. (1991). A method of assessment of the clubfoot deformity. *Clin. Orthop.*, **264**, 48.
- Catteral, A. (1994). *Clinical assessment of clubfoot deformity*. In, *The clubfoot* (ed. G.W. Simons) Springer-Verlag, New York.
- Cummings, R.J., Hay, R.M., McCluskey, W.P., Mazur, J.M., and Lovell, W.W. (1994). Can clubfeet be evaluated accurately and reproducibly? In *The clubfoot* (ed. G.W. Simons) Springer-Verlag, New York.
- Goldner, J.D. and Fitch, R.D. (1991). Idiopathic congenital talipes equinovarus. In *Disorders of the foot and ankle*, (2nd edn), (ed. M.H. Jahss), Vol. 1. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Goldner, J.L. and Fitch, R.D. (1994). Classification and evaluation of congenital talipes equinovarus. In *The clubfoot*, (ed. G.W. Simons). Springer-Verlag, New York.
- Pirani, S. (1995). A method of clubfoot evaluation. POSNA Meeting.
- Rose, G.K., Welton, E.A., and Marshall, T. (1985). The diagnosis of flat foot in the child. *J. Bone Joint Surg.*, **67B**, 71.
- Watts, H. (1991). Reproducibility of reading clubfoot x-rays. *Orthop. Trans.*, **15**, 105.

7

Tratamiento

La meta del tratamiento es reducir o eliminar todos los componentes de la deformidad en equinovaro, para que el paciente tenga un pie funcional, libre de dolor, con apariencia normal, plantígrado, con buena movilidad, sin callosidades y que no requiera de modificaciones en el calzado. No se puede lograr un pie completamente normal y esto no debe ser la meta.

Desconocemos la etiología del pie equino varo congénito y por lo tanto, no podemos modificar la patología inherente de los ligamentos, tendones, y músculos que parecen determinar el grado de resistencia a la corrección y la posibilidad de recidiva.

La mayoría de los ortopedistas coinciden en que el tratamiento inicial del pie equinovaro es no quirúrgico, y debe iniciarse en la primera semana de vida para aprovechar las favorables propiedades viscoelásticas del tejido conectivo que forma los ligamentos, cápsulas articulares, y tendones (Attlee 1868). Como mencionamos previamente, la rigidez de los músculos tibial posterior y gastrocnémicos se reduce gradualmente, una vez que la miosina fetal alterada es reemplazada por miosina normal en los primeros meses de vida.

La cirugía en el pie equino varo lleva invariablemente a extensa cicatrización, que parece ser particularmente severa en los niños pequeños. Después de extensas cirugías neonatales, Dimeglio (1977) encontró considerable fibrosis la cual “progresivamente encapsulaba el pie en un bloque fibroso” (ver también Epeldegui 1993). El abundante tejido cicatrizal que se forma después de seccionar las cápsulas articulares, ligamentos, y músculos en los pies equinovaros de los niños puede estar relacionado a la fibrosis retráctil y a un aumento en la síntesis de colágena en estos tejidos, como nosotros observamos al estudiar la síntesis proteica *in vitro* en las biopsias musculares de pacientes jóvenes con pie equino varo. El nivel de la síntesis de colágena parece relacionarse con el grado de severidad de la deformidad (Ionasescu et al. 1974).

La abundante formación de tejido cicatrizal posterior a la cirugía también se relaciona con la incongruencia articular del tarso, posterior a las liberaciones capsulares y ligamentarias. Como mencionamos previamente, la corrección inmediata a la posición anatómica de los huesos desplazados es imposible. Las articulaciones astrágalo-escafoidea, subastragalina y calcáneo-cuboidea no son congruentes después de la cirugía. De hecho, requieren de fijación con clavos a través del cartílago articular para estabilizar los huesos en una alineación apenas aceptable. Inevitablemente, el cartílago articular, así como las cápsulas articulares y ligamentos, son dañados, lo que resulta en rigidez articular. Los ligamentos del tarso, así como los de cualquier otra articulación no deben ser resecaos. Son indispensables en la cinética del pie. Además, la alineación anatómica exacta de los huesos del pie no es indispensable para obtener un buen resultado funcional. Por todas estas razones, la cirugía nunca está indicada. Recientemente, buenas correcciones de pies equinovaros han sido obtenidas con manipulación apropiada y enyesado en niños hasta los 10 años de edad.

El tratamiento con manipulación está basado en las propiedades inherentes del tejido conectivo, cartílago, y hueso, que responden a los estímulos mecánicos apropiados creados por la reducción gradual de la deformidad. Los ligamentos, cápsulas articulares, y tendones se elongan con manipulación gentil. Un aparato de yeso es aplicado después de cada sesión semanal para mantener la corrección y elongar los ligamentos. Los huesos desplazados son gradualmente llevados a la alineación correcta, y sus superficies articulares remodelan progresivamente hasta hacerse congruentes. Generalmente, después de dos meses de manipulación y enyesado, el pie parece discretamente sobre corregido. Después de unas semanas en las férulas el pie se ve normal. En los últimos ocho años, hemos obtenido buenos resultados acelerando el tratamiento mediante manipulación y enyesado cada cuatro o cinco días. En los bebés, la mayoría de los pies son corregidos en tres semanas.

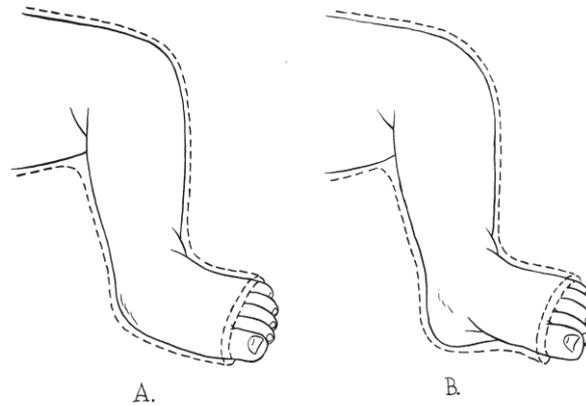
En algunos pies equino varos, los ligamentos que aparentemente son muy rígidos, se elongan fácilmente con manipulación y los huesos del pie se alinean fácilmente después de la aplicación de unos pocos yesos. En otros pies, las deformidades óseas y articulares y los ligamentos rígidos son más resistentes a la corrección y requieren más sesiones de manipulación y enyesado. No más de diez yesos se requieren para obtener la máxima corrección.

Sin un conocimiento profundo de la anatomía y la cinética del pie normal, y de las desviaciones de los huesos del tarso en el pie equino varo, la deformidad es difícil de corregir sin importar el tipo de tratamiento, ya sea manipulación o quirúrgico. Las manipulaciones mal realizadas harán más complejo el pie equinovaro, en lugar de corregirlo. Las manipulaciones bruscas pueden romper los ligamentos rígidos y causar cicatrización y rigidez, igual que ocurre con el tratamiento quirúrgico. El tratamiento es más efectivo si se inicia temprano después del nacimiento y el ortopedista entiende la naturaleza de la deformidad y posee habilidad para la manipulación y experiencia en la aplicación del yeso.

Desafortunadamente, la mayoría de los ortopedistas que tratan el pie equino varo, actúan con el concepto equivocado de que la articulación subastragalina y la de Chopart tienen un eje fijo de rotación que va de anteromediosuperior a posterolateralinferior pasando por el seno del tarso y que al evertir (pronar) el pie sobre este eje, el varo del talón y la supinación del pie se corregirán. Y esto no es así. Como se explicó en el Capítulo 4, no existe un solo eje (como una bizagra) sobre el cual rote el tarso en un pie normal, ni en un pie equinovaro (Huson 1991). Lo que en realidad tenemos en cada una de las articulaciones del tarso son ejes de rotación oblicuos. En el pie equino varo, estos ejes están desviados medialmente debido al extremo grado de desplazamiento medial e inversión de los huesos del tarso. Por lo tanto, la corrección de deformidades severas del tarso requiere simultáneamente, un desplazamiento gradual lateral del escafoides, el cuboides y el calcáneo, antes que estos puedan ser evertidos a una posición neutra. El escafoides debe ser llevado hacia abajo, desde su posición casi vertical bajo el maléolo medial, desplazarlo lateralmente, abducirlo y finalmente evertirlo a una posición horizontal, para alinearlo correctamente en frente de la cabeza del astrágalo. Simultáneamente, el cuboides, aunque menos desplazado que el escafoides, debe ser llevado lateralmente y abducido antes de ser evertido a su posición normal frente al calcáneo. Al mismo tiempo, el calcáneo deberá ser abducido en flexión bajo el astrágalo antes de ser evertido a una posición neutra. Este es el procedimiento que yo he utilizado con éxito desde 1948, basado en mis observaciones anatómicas y cineradiográficas.

Los pobres resultados del tratamiento del pie equino varo con manipulación en muchas clínicas, sugieren que los intentos de corrección han sido inadecuados, debido a que las técnicas utilizadas son inapropiadas. Los libros de texto y artículos de Ortopedia Pediátrica han dedicado muy poco espacio para describir la técnica de manipulación en el tratamiento de esta deformidad y muchas de estas descripciones, desafortunadamente son incorrectas. Los principales errores son pronación del antepie y pronación de todo el pie, mostradas como correctas en las ilustraciones (Figs. 27A y 27B). El libro de Kite (1964), *El Pie equino varo*, es atípico, ya que describe su método en gran detalle y su método no promueve la pronación del pie. Sin embargo su técnica tiene errores. Como se menciona en el Capítulo 1, el no reconoció que los componentes del pie equino varo son interdependientes y deben ser corregidos simultáneamente para poder obtener buenos resultados. Como consecuencia, sus correcciones, obtenidas a gran costo en tiempo y esfuerzo, no eran del todo satisfactorias.

Después de aplicar la venda de yeso en el pie, Kite lo colocaba “en una placa de vidrio para aplanar la planta del pie”, y así corregir el cavo. Kite recomendaba no “empujar hacia arriba y afuera en el antepie”. De esta manera se prevenía la recurrencia del cavo. El sugería “no rotar externamente el pie sobre el tobillo”, evitando la pronación del pie y vencer el mediopie. Recomendaba “obtener toda la corrección abduciendo el pie en la articulación mediotarsiana” presionando con su pulgar



Figs. 27A y 27B Los principales errores en la corrección del pie equino varo son la pronación de todo el pie (A), y la pronación del antepie (B).



Fig. 28 (Error de Kite). Al abducir el antepie contra la presión en la articulación calcáneocuboidea, se bloquea la abducción del calcáneo, lo cual interfiere con la corrección del varo del talón. Al fijar el talón con la mano, se evita la abducción del calcáneo.

el borde lateral del pie, cerca de la articulación calcáneocuboidea. Desafortunadamente, al arquear el pie contra la presión en la calcaneocuboidea “como si quisieramos enderezar un alambre curvo” (p. 119). el bloqueaba la abducción del calcáneo, interfiriendo con la corrección del varo del talón (Fig. 28). Kite creía erróneamente que el varo del talón corregiría y “su” ángulo astrágalo calcáneo se abriría con la simple eversión del calcáneo. Por lo que se requería de mucha paciencia y meses de enyesado para poder mover el calcáneo de su posición bajo el astrágalo para corregir el varo del talón y obtener un pie plantígrado. Kite no reconoció que el varo del talón se corrige fácilmente abduciendo el calcáneo por abajo del astrágalo para evertir el calcáneo a su posición neutra (ver Fig. 19, Capítulo 4). Este error en la técnica de Kite ha dado pie a los resultados desfavorables en sus pacientes que terminaron siendo manejados quirúrgicamente (Kite 1930, 1963).

Aunque en nuestro tratamiento todos los componentes de la deformidad en equinovaro, excepto el equino son tratados simultáneamente, para mayor claridad describiremos la corrección por separado; primero el cavo, seguido por el varo y el aducto y finalmente el equino, el cual debe corregirse una vez que el resto de los componentes de la deformidad se han corregido. Todas las manipulaciones deberán ser muy gentiles. La deformidad debe corregirse lentamente, y los ligamentos nunca debe elongarse mas allá de su capacidad natural para “dar de sí”.

Cavo

El cavo o arco alto es muy componente muy común de la deformidad en equinovaro. Es cavo es comunmente confundido con equino del antepie, una deformidad rara en la que los cinco metatarsianos están en casi el mismo grado de flexión plantar. Esto se ve en el pie complejo con varo, aducción y severo equino. La flexión del antepie y el equino deben ser corregidos simultáneamente dorsiflexionando todos los metatarsianos y el retropie.

En la mayoría de los pies equino varos, la deformidad en cavo no involucra flexión de todo el antepie. Más bien, existe una flexión plantar excesiva del primer metatarsiano, las radiografías laterales del pie equino varo con frecuencia muestran que el quinto metatarsiano está bien alineado con el cuboides y el calcáneo, mientras que el primer metatarsiano está en flexión plantar severa. Por consecuencia, aunque todo el pie está supinado, el antepie está pronado con respecto al retropie, lo que causa la deformidad en cavo (Fig. 29A). Esta deformidad, es por lo tanto, el resultado de tener el primer metatarsiano en mayor flexión plantar que los tres metatarsianos laterales. En el pie normal, así como en el pie equino varo, el antepie puede ser llevado a inversión y eversión “alrededor de un eje longitudinal formado por el segundo metatarsiano sólidamente acomodado en un socket formado por las cuñas”, según Huson (1991). Una fuerza en pronación sobre el antepie con una elevación del arco plantar ocurre al apoyar el pie normal cuando la pierna rota externamente y el astrágalo se abduce forzando al calcáneo hacia inversión. En el pie equino varo el arco puede ser muy alto.

La corrección del cavo en el pie equino varo no se comenta en la mayoría de las publicaciones. En los 1940's, Steindler escribió que “la deformidad en cavo era un componente que ocasionalmente no se corregía por completo con el método de Kite, y aún más comunmente con el método de Denis Browne” (Steindler 1951). Es cierto que el cavo puede ser mejorado con la técnica de Kite, pero no con el método de Denis Browne que implica el vendar el pie sobre una placa metálica en forma de L (Browne 1934). Aún ahora, en muchas clínicas, el cavo parece ser una deformidad difícil

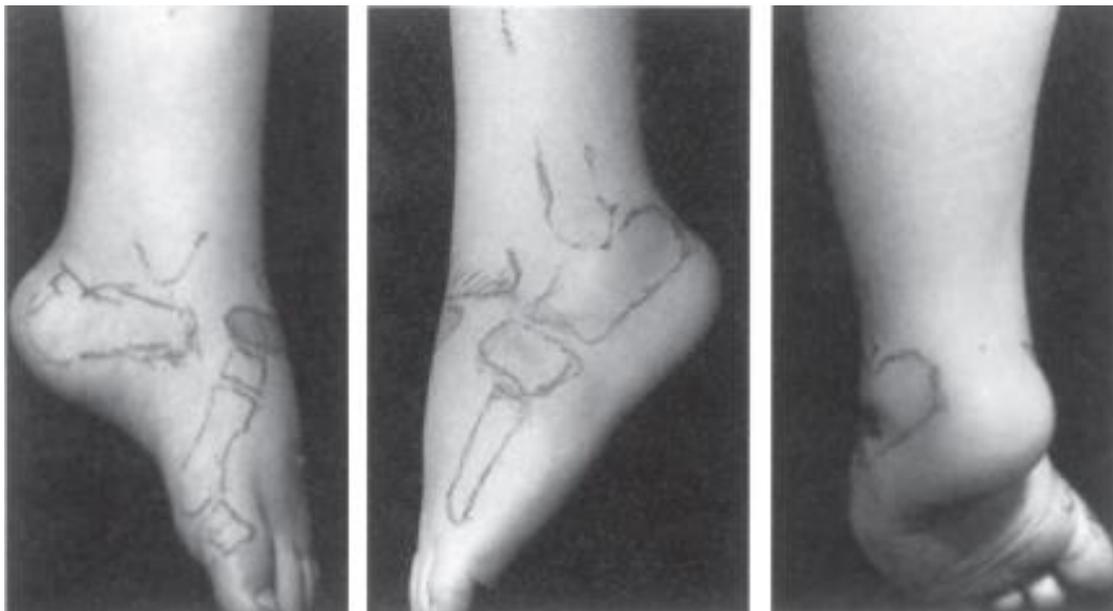


Fig. 29A Pie equinovaro recidivante en un niño de 3 años. El pie está supinado, pero el antepie está pronado en relación al talón. El primer metatarsiano está en flexión plantar severa, mientras que el quinto está bien alineado con el cuboides y el calcáneo. Esta relación anormal entre el antepie y el retropie provoca la deformidad en cavo.

de corregir. Norris C. Carroll ha publicado que existe una deformidad en cavo en los pies equino varos severos, que “solo puede ser corregida al alargar la fascia plantar y los músculos intrínsecos” (Carroll 1987). En realidad, el cavo puede ser corregido fácilmente en la mayoría de los niños, sin cirugía. De 104 pies equino varos tratados en nuestra clínica y seguidos por más de 30 años, solo seis pies requirieron de una fasciotomía para corregir completamente el cavo (Laaveg y Ponseti 1980).

Es muy raro que la fascia plantar y el músculo abductor estén muy tensos en el infante, y el antepie es generalmente flexible. Por lo que después de una manipulación gentil del antepie en supinación y abducción, la deformidad en cavo generalmente corrige con el primer yeso. Mientras se aplica el yeso, es necesario mantener el antepie supinado y en abducción, bien alineado con respecto al retropie. La planta del pie debe ser moldeada para mantener la altura del arco normal. Al abducir el pie dando contra presión sobre la cabeza del astrágalo, no solo se corrige parcialmente la adducción del antepie con el primer yeso, también, aunque en menor grado se corrige la adducción del retropie (Fig. 29B y 29C). En este momento, ya que todo el pie está en supinación, el ortopedista inexperto puede creer que la deformidad en equinivaro se ha incrementado.

La primera parte del yeso debe de extenderse hasta la rodilla y mantener todo el pie en equino, supinación y en la máxima abducción posible mientras que una contrapresión moderada se aplica sobre la cara lateral de la cabeza del astrágalo, frente al maléolo lateral. Una vez que fragua el yeso, debe extenderse hasta el tercio proximal del muslo con la rodilla flexionada a 90 grados, por las razones que luego explicaremos.

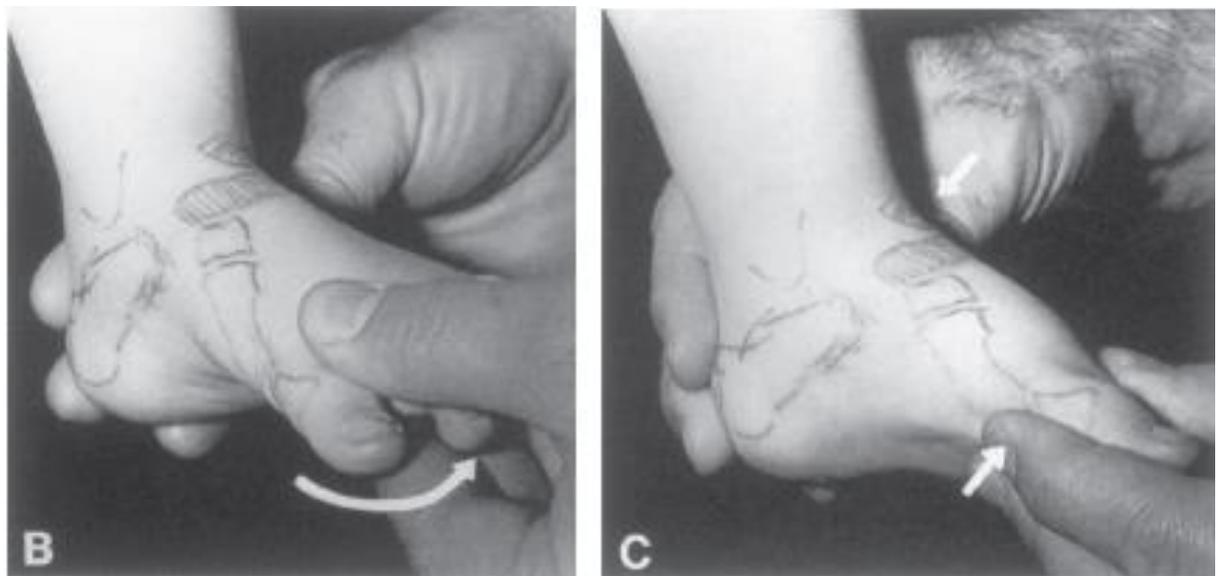


Fig. 29B y 29C (B) Maniobra equivocada para corregir el pie equino varo. El antepie es pronado, y al flexionar plantarmente el primer metatarsiano y dorsiflexionar el quinto, aumenta la deformidad en cavo y el varo del talón no se corrige. (C) El cavo es corregido al dorsiflexionar la parte medial del antepie, y así alinearlos correctamente con el retropie.

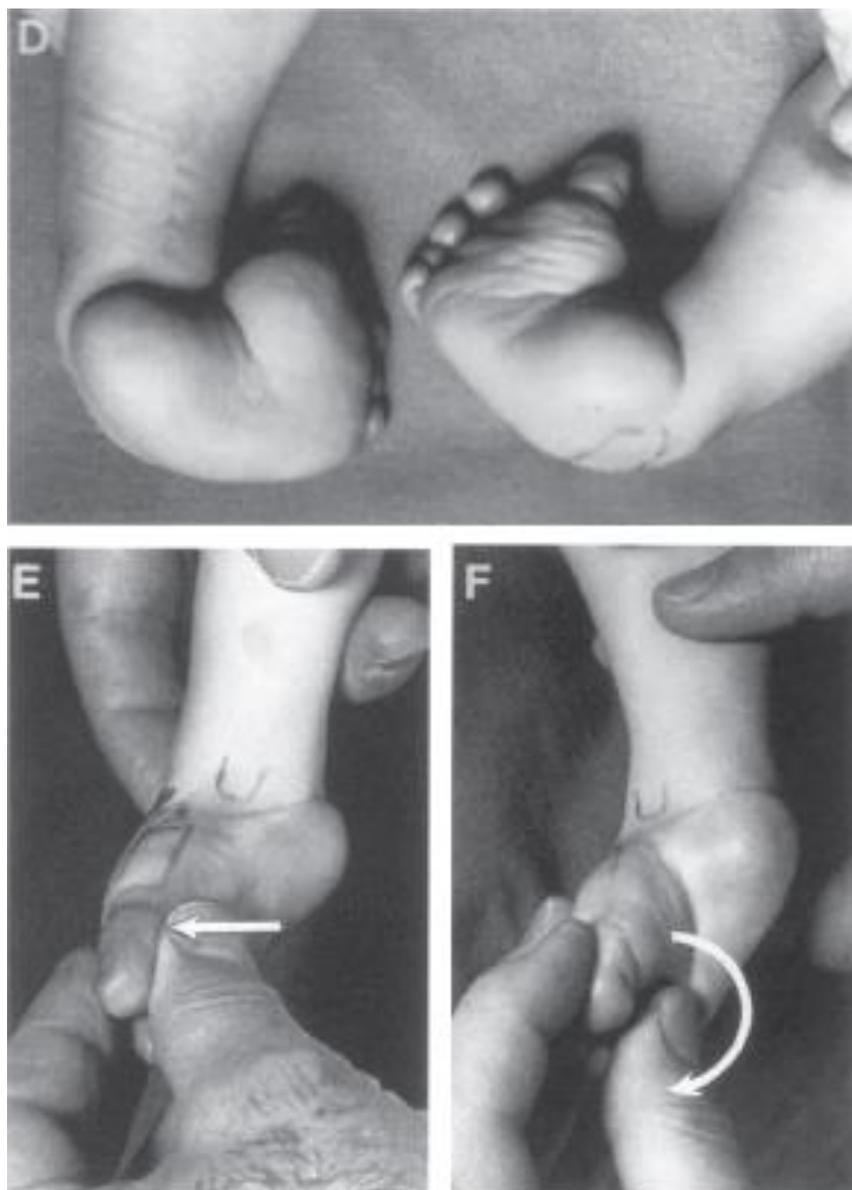


Fig. 29 D Pie equino varo bilateral en un bebé de 6 semanas. Los pies están severamente supinados. El antepie está aducido y no tan supinado como el retropie. El cavo resulta de la posición en discreta pronación del antepie en relación al talón.

Fig. 29 E Manipulación para corregir la deformidad en cavo. El antepie es supinado para alinearlo con el retropie.

Fig. 29 F Maniobra errónea para corregir la supinación del pie. Esta maniobra aumenta el cavo y no corrige la deformidad en varo del talón.

Intentar corregir la supinación del pie forzando la pronación del antepie, aumenta la deformidad en cavo, ya que el primer metatarsiano se flexiona aún más (Fig. 29 B y F). Desafortunadamente, en la mayoría de los artículos y libros de texto, las fotografías muestran el antepie en pronación en el yeso. La deformidad en cavo permanece sin corrección en esta situación. De hecho, tiende a incrementarse y se hace más rígido cuando el antepie se inmoviliza en pronación con respecto al retropie.

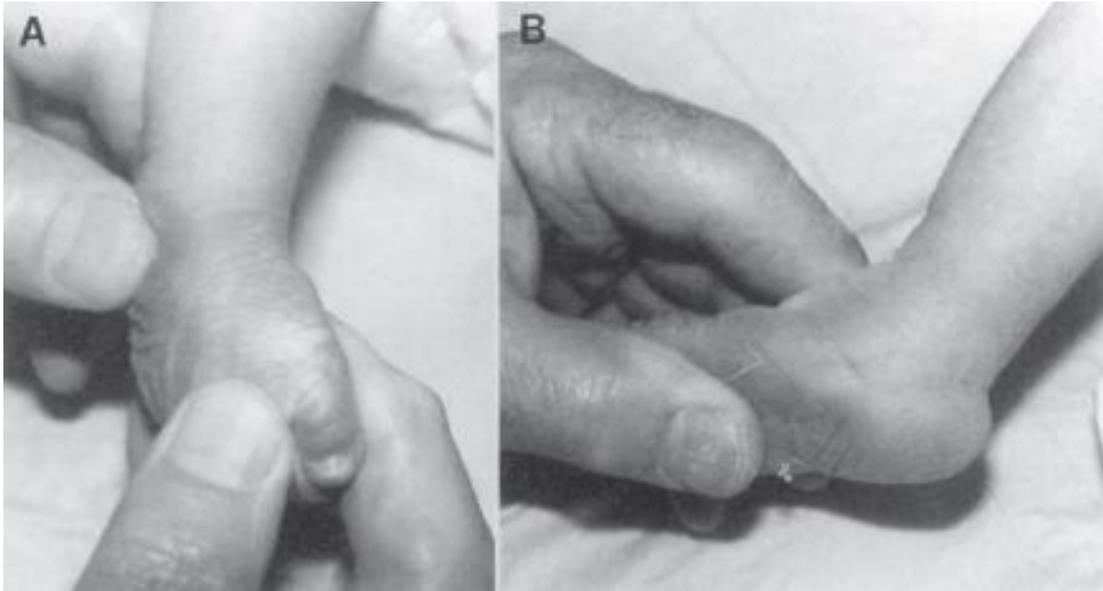
Varo y Adducción

El varo y la aducción así como el equino son las deformidades mas severas en el pie equino varo y ocurren principalmente en el retropie. El astrágalo y calcáneo están en severo equino, el calcáneo en inversión y adducción y el escafoides, así como el cuboides están desplazados medialmente e invertidos. Estos componentes de la deformidad, como se mencionó previamente, están estrechamente relacionados y generalmente son rígidamente mantenidos por los ligamentos gruesos y cortos de la cara posterior del tobillo y de la cara medial del pie y por los músculos y tendones acortados de los gemelos, tibial posterior y flexores de los dedos.

Como se explicó en el Capítulo 4, la articulación subastragalina, astrágalo- escafoidea y la calcáneo cuboidea se mueven con una estricta interdependencia mecánica. Esta es la razón por la que es necesario corregir simultáneamente el desplazamiento del tarso en el pie equino varo.

La corrección del cavo lleva los metatarsianos, cuñas, escafoides, y cuboides al mismo plano de supinación. Todas estas estructuras forman la palanca necesaria para desplazar lateral y discretamente hacia abajo al escafoides y al cuboides. El desplazamiento lateral del escafoides, el cuboides, y el calcáneo en relación con el astrágalo, es posible cuando las cápsulas articulares rígidas, ligamentos y tendones de la parte interna del pie ceden gradualmente a la manipulación. Esta manipulación abduce el pie, mantenido en flexión y supinación para permitir la inversión de los huesos del tarso, mientras se aplica presión con el pulgar en la cara lateral de la cabeza del astrágalo. El talón no debe ser bloqueado, para poder permitir la abducción del calcáneo por debajo del astrágalo. Después de dos o tres minutos de manipulación gentil, un yeso delgado y muy bien moldeado se aplica sobre una capa delgada de huata de algodón. La rigidez de los ligamentos disminuye con la inmovilización (Fig. 30 A).

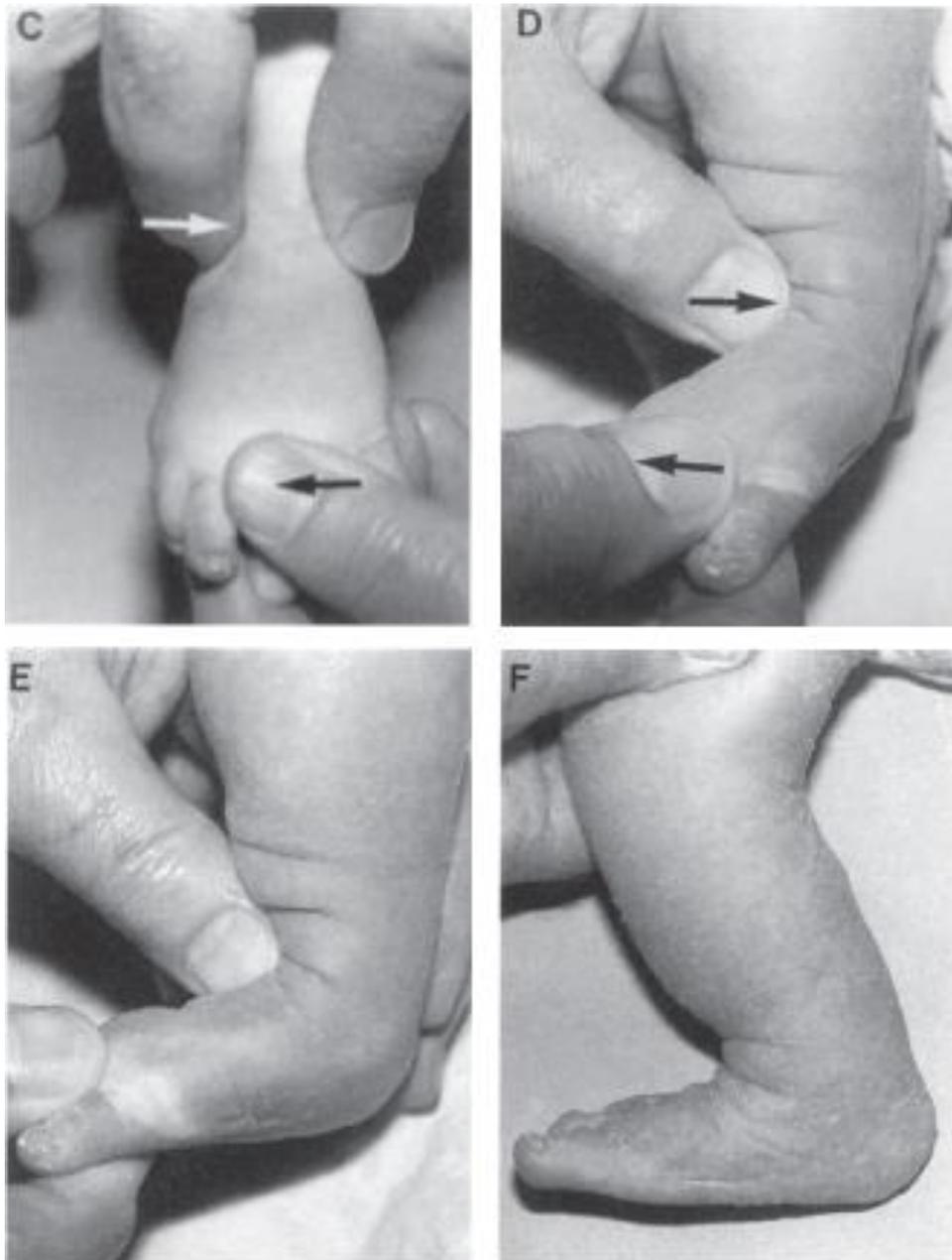
Tres, cuatro o en raras ocasiones cinco yesos cambiados semanalmente después de manipulación gentil se requieren para aflojar los ligamentos mediales del tarso y moldear parcialmente las articulaciones. En el primer yeso, el pie en flexión plantar está en supinación, y en los siguientes dos o tres yesos la supinación puede disminuirse gradualmente para corregir la inversión de los huesos del tarso, mientras el pie es abducido bajo el astrágalo (Figs 30B y 30C). Se debe evitar pronar el pie y no bloquear el calcáneo en varo bajo el astrágalo. Se debe evitar también evertir el escafoides mientras aún está en aducción. Para asegurarse que el pie no es pronado, el plano de la planta y de las cabezas metatarsianas, las cuales están en supinación al principio del tratamiento, debe gradualmente llevarse a una posición neutra, en ángulo recto con la pierna en el último yeso cuando la inversión de los huesos del tarso se ha corregido por completo. La planta del pie y el plano de las cabezas metatarsianas nunca debe llevarse a pronación, para evitar aumentar el cavo y “romper” la articulación mediotarsiana (Fig. 29 y Figs 30B, 30C, 30D, y 30E).



Figs. 30 A y 30 B Manipulación para corregir el cavo, varo y aducción: Se ejerce presión hacia afuera en los metatarsianos y contrapresión en la cara lateral de la cabeza del astrágalo. Esta maniobra abduce el pie mantenido en flexión y supinación. Cuando el escafoides, el cuboides y la parte anterior del pie son desplazados lateralmente en relación a la cabeza del astrágalo, la parte anterior del calcáneo la sigue; con lo que se corrige la deformidad en varo del talón.

La corrección de la deformidad en equino varo requiere de un estiramiento prolongado de los ligamentos del mediopie y los tendones. Esto puede ser logrado solo al abducir todo el pie bajo del astrágalo a un grado mucho mayor que lo que generalmente hacen la mayoría de los ortopedistas (Figs 30E, 31A, y 31B). Debemos lograr 70 grados de abducción del pie en el último yeso, después de la corrección del equino (Figs 31C y 31D). Este yeso debe mantenerse por 3 semanas. Durante varios meses después, el pie debe ser mantenido en 70 grados de abducción en zapatos fijos a una barra para prevenir la retracción de los ligamentos mediotarsianos (Fig. 34).

En el pie normal el talón está en línea recta con el eje de la pierna y “la eversión del mecanismo del tarso más allá de la posición neutra es muy limitada, a excepción de los individuos con ligamentos muy elásticos” (Huson 1961) (Fig. 22, Capítulo 4). Huson (1991) también escribió que “empezando de la posición neutral, el mecanismo del tarso puede solo realizar un movimiento de inversión”. En el pie equino varo, el varo severo del tarso está relacionado a severa aducción e inversión de sus componentes esqueléticos. Como se mencionó previamente, la corrección del varo del talón implica abducción del pie distal al astrágalo. Mediante esta maniobra, el calcáneo se evertirá a su posición neutral normal. En la mayoría de los pies equino varos, la sobrecorrección del varo del talón no es ni posible, ni deseable. En casos muy severos, la articulación subastragalina posterior inclinada lateralmente y muy distorsionada puede hacer la corrección del varo del talón muy difícil. El calcáneo en flexión se abducirá solo si la articulación subastragalina se remodela parcialmente. En el pie equino varo,



Figs 30 C y 30 D El pie es abducido aún más, disminuyendo la supinación, pero sin pronar el pie.

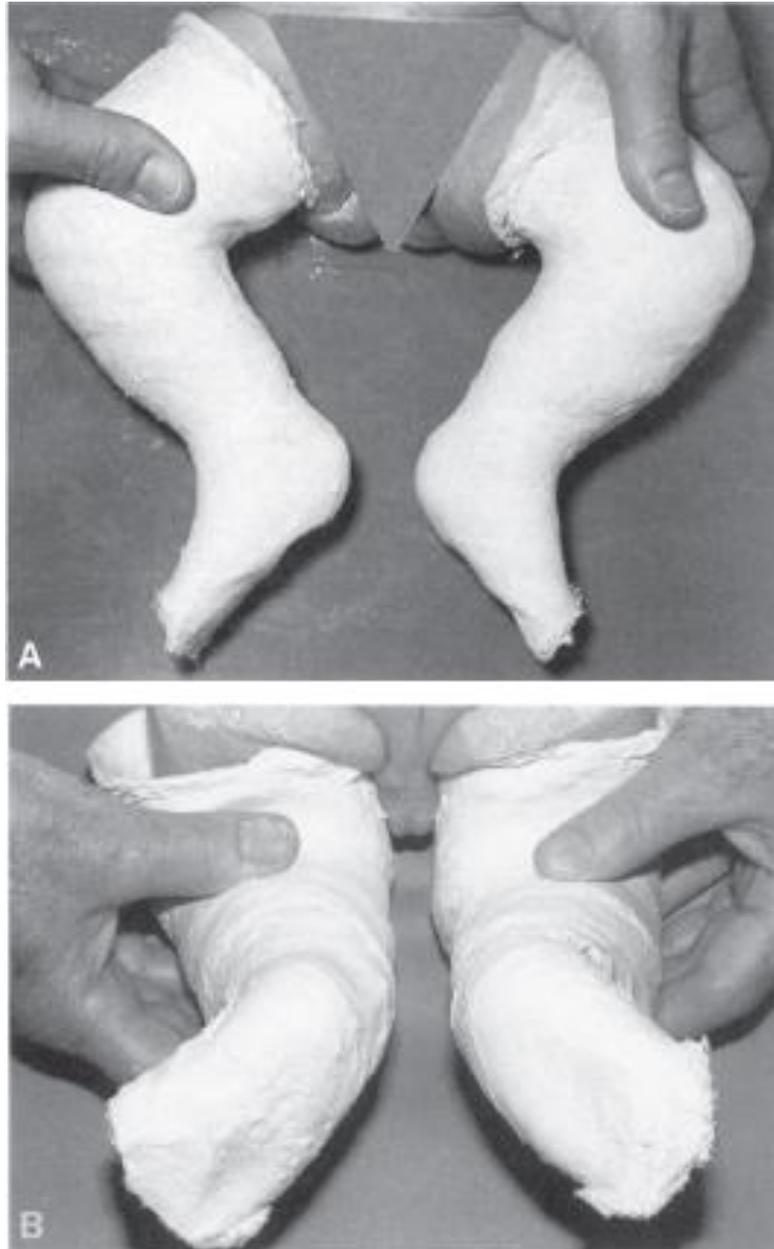
Fig. 30 E Para elongar los ligamentos mediotarsianos el pie es abducido 70 grados. Note que el talón no es tomado por la mano, lo que permite la abducción del calcáneo corrigiendo el varo del pie y el talón.

Fig. 30 F El equino se corrigió mediante la sección percutánea del Tendón de Aquiles y la inmovilización del pie en un yeso durante 3 semanas.

debido a la orientación de la superficie articular subastragalina y de los ligamentos del tarso, la inversión del calcáneo se corrige espontáneamente cuando el pie es abducido por debajo del astrágalo siempre y cuando no se toque el talón.

El pie puede ser mantenido en abducción solo si el astrágalo, el tobillo y la pierna son estabilizados por un yeso, que va desde los dedos de los pies hasta la ingle (alto en el muslo) con la rodilla en 90 grados de flexión. Para mantener una fuerte abducción del pie bajo el astrágalo mientras que el mismo astrágalo es inmovilizado firmemente evitando la rotación en la mortaja del tobillo, es indispensable un yeso desde los dedos hasta la ingle. La cabeza del astrágalo continuará elongando los

ligamentos plantares calcaneoescafoideos, así como la porción tibioescafoidea del ligamento deltoideo y el tendón del tibial posterior elongados mediante manipulación. Un yeso que se coloca por abajo de la rodilla no puede inmovilizar el pie en abducción firme bajo el astrágalo. Esto es debido a que la pierna del bebé es redonda y la cresta anterior de la tibia está cubierta con grasa, por lo que el yeso no puede ser bien moldeado, y se rotará internamente con el pie. Esto resulta en, que la elongación de los ligamentos del tarso y del tendón tibial posterior obtenida por manipulación se pierde y el varo y aducto del tarso quedan sin corrección. Insistir en usar yesos cortos en el tratamiento del pie equino varo es ignorar el rol básico que la rotación de la pierna y el astrágalo



Figs 31 A y 31 B En el quinto yeso para corregir los pies equino varos de este bebé, se dió 50 grados de abducción a ambos pies.



Figs 31 C y 31 D En el sexto y último yeso aplicado después de la sección percutánea del Tendón de Aquiles, el pie derecho es abducido a 60 grados (C) sin ser pronado. El pie está bien corregido cuando se retira el yeso 3 semanas después de la cirugía (D).

tienen en la mecánica de la articulación subastragalina, el mediopie y el antepie (Inman 1976; Huson 1991). Además un yeso corto tiende a deslizarse en el pie. Para evitar esto, el ortopedista con frecuencia aplica yesos muy apretados alrededor de la pierna y los maleólos, ocasionando úlceras de presión. Los yesos cortos, por abajo de rodilla, son inefectivos y además dañinos.

En los pies equinovaros severos, la reducción completa del extremo desplazamiento medial e inversión del escafoides, pudiera no lograrse con manipulación, debido a que los ligamentos calcáneoescafoideos y tibioescafoideos, así como el tendón del tibial posterior, no pueden ser elongados lo suficiente para permitir que el escafoides ocupe su posición natural frente a la cabeza del astrágalo. Pero, aún si el escafoides se libera, seccionando los ligamentos, el contorno deforme de la cabeza del astrágalo sería inadecuada para recibirlo (ver Fig. 9, Capítulo 2). Esta es la razón de estirar los ligamentos mediales, tanto como lo permitan, en lugar de seccionarlos, sin importar si se puede o no obtener una reducción anatómica perfecta.

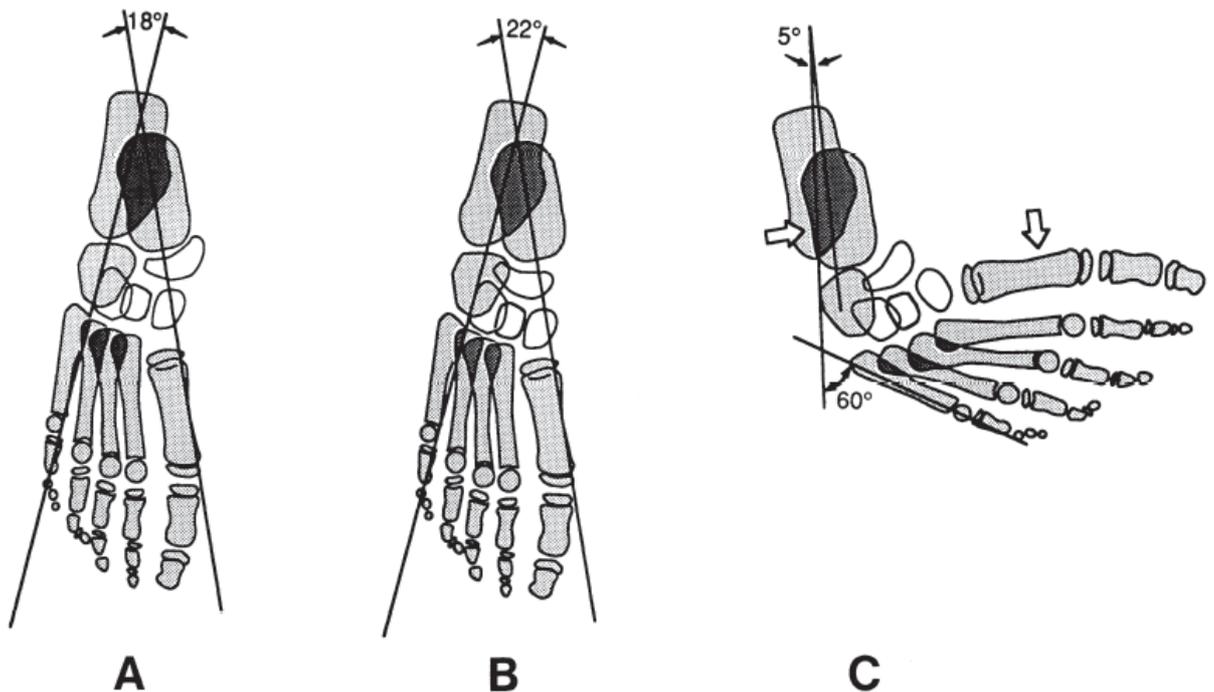
Con un escafoides parcialmente reducido, el antepie puede ser llevado a una alineación apropiada con el retropie, debido a que los ligamentos entre las cuñas y el escafoides frente al astrágalo, y los ligamentos bifurcados ceden y permiten el desplazamiento y angulación lateral de las cuñas con respecto al escafoides, mientras el cuboide toma su posición normal o en discreta abducción con respecto a la tuberosidad anterior del calcáneo. El calcáneo puede ser abducido lo suficiente para llevar el talón a su posición neutral normal. Esta corrección “espuria” permite un buen resultado funcional y cosmético y evita las muchas complicaciones de las cirugías de liberación tarsiana (Figs 22 y 32).

El término “espurio” es utilizado aquí en el sentido meliorativo de “superficialmente parecido, pero morfológicamente diferente” y no en el sentido peyorativo de “falso o fraudulento” (Diccionario Webster). Los Ortopedistas han aceptado correcciones “espurias” en muchas deformidades esqueléticas, como en la corrección de la coxa vara, mediante osteotomía intertrocanterica y no con una osteotomía en el cuello femoral, la cual podría destruir la circulación sanguínea de la cabeza femoral. Por la misma razón, la corrección de un deslizamiento severo de la epífisis femoral proximal no es hecha a nivel de la placa de crecimiento, donde ocurre el deslizamiento, sino mediante una osteotomía a un nivel inferior. Un tercer ejemplo de una corrección “espuria” es en el caso de una tibia vara severa con una osteotomía en la metáfisis proximal de la tibia y no a través de la placa de crecimiento de la tibia proximal, en el sitio de la patología.

Las recidivas son comunes en los casos severos de pie equino varo en los que una corrección parcial del desplazamiento del escafoides se ha obtenido. Una barra con zapatos manteniendo los pies en 60 a 70 grados de rotación externa, utilizada por las noches puede evitar o retrasar la recidiva. Cuando la recidiva ocurre, una transferencia del tendón tibial anterior a la tercera cuña se hace necesaria. Este tratamiento resulta en un pie casi perfecto desde el punto de vista clínico y funcional. El manejo de las recidivas se cubre en el Capítulo 6.

Equino

El equino es corregido al dorsiflexionar (extender) el pie con el talón en la posición neutra, una vez que el varo y aducción del pie han sido corregidos.



Figs 32A, 32B y 32C Diagrama del esqueleto de un pie equino varo (C) el cual está bien corregido en (B). El ángulo astrágalo calcáneo y el desplazamiento del escafoides sólo están parcialmente corregidos en (A).

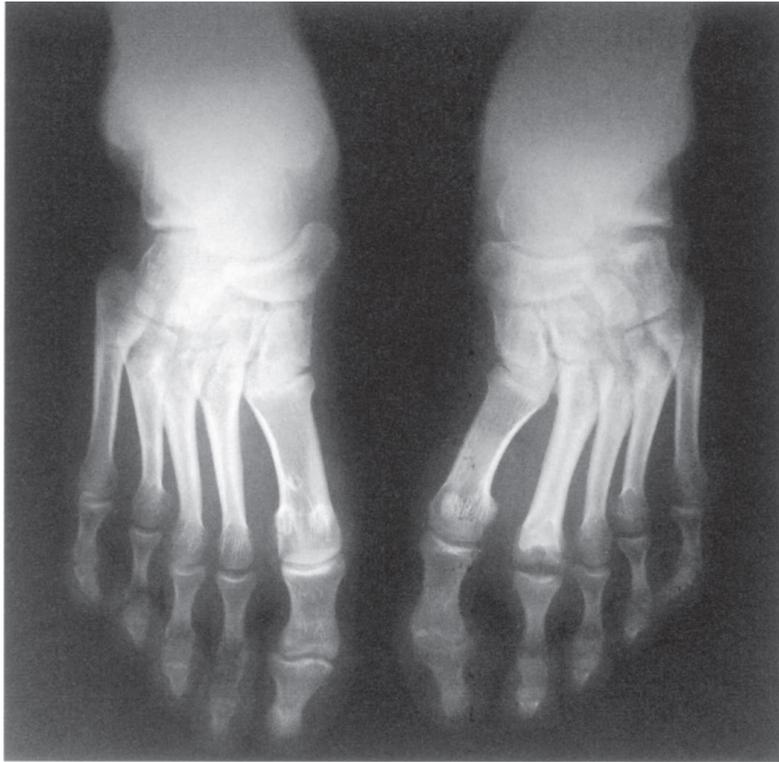


Fig. 32 D Radiografía anteroposterior de un masculino de 19 años nacido con pie equino varo congénito. Existe una corrección incompleta del desplazamiento medial del escafoides y del ángulo astrágalo-calcáneo en el pie derecho, como se mostró en el diagrama en la Fig. 32A. El pie izquierdo está bien corregido; sin embargo, la articulación astrágalo-escafoidea está adelgazada y el segundo metatarsiano está más denso y su cabeza está aplanada. Los pies fueron tratados a las dos semanas de edad con manipulaciones y aplicación de yesos semanales hasta la edad de tres meses y con férulas nocturnas en rotación externa por tres años. El tendón del tibial anterior se transfirió a la tercera cuña a los 8 años de edad para tratar una recidiva. A esta edad, se realizó además una liberación de tejidos blandos mediales en el pie izquierdo. El pie izquierdo es más rígido que el derecho y doloroso en las caminatas largas. (Ver Fig. 41).

La corrección del equino implica elongar las rígidas cápsulas posteriores y ligamentos del tobillo, subastragalina y el Tendón de Aquiles para permitir que la tróclea del astrágalo rote nuevamente en la mortaja. Mientras el pie es extendido, con una mano plana colocada bajo toda la planta del pie, el talón es tomado con el pulgar y dedos de la otra mano y llevado hacia abajo. El dedo índice se flexiona sobre la inserción del Tendón de Aquiles y puede ejercer una considerable presión hacia abajo.

Dos o tres yesos aplicados, después de la manipulación y moldeando cuidadosamente el talón, se requieren para corregir la deformidad en equino. Se debe evitar el ocasionar una deformidad en mecedora, la cual puede ocurrir cuando el ortopedista intenta dorsiflexionar el pie aplicando presión bajo las cabezas metatarsianas, en lugar de bajo toda la planta del pie. Cuando al menos 15 grados de dorsiflexión del tobillo, o más cuando sea posible, se han obtenido, se aplica el último yeso y se deja por tres semanas con el pie en 60 grados de rotación externa. Se debe poner especial atención en nunca pronar el pie, ni aún en grado mínimo para evitar recidiva del cavo, romper el mediopie y el desplazamiento posterior del maleolo lateral.

Para facilitar la corrección del equino cuando el tendón se siente muy rígido después de la primera manipulación al intentar dorsiflexionar el tobillo, una simple tenotomía percutánea del Tendón de Aquiles deberá realizarse bajo anestesia local para obtener al menos 15 grados de dorsiflexión del tobillo. En este caso, un yeso más es utilizado por 3 semanas y será suficiente para mantener la corrección. La tenotomía percutánea se realiza en cerca del 85% de nuestros pacientes para una corrección más rápida. No se requiere suturar el tendón seccionado. Cicatriza en unas cuantas semanas, aún en los niños de 5 o 6 años, mediante proliferación de los tenoblastos y fibroblastos adyacentes. La elongación abierta con Z plastía en niños, es innecesaria y deja cicatrices poco estéticas.

Una dorsiflexión del tobillo mayor a 10 a 15 grados es a veces imposible de obtener por las deformidades del astrágalo y calcáneo y los ligamentos rígidos. En raros casos se requiere realizar una capsulotomía posterior del tobillo y la subastragalina, ya que la corrección que se obtiene con la cirugía, generalmente se pierde posteriormente por la retracción del tejido cicatrizal. Esto se corrobora en los reportes recientes de dos clínicas líderes. Los cuales indican que la liberación quirúrgica posterior del tobillo en el pie equino varo es seguida de restricción de la dorsiflexión y movilidad reducida del tobillo en casi la mitad de sus pacientes (Hutchins et al. 1985; Aronson y Puskarich 1990; Ippolito et al. 2003).

Torsión Tibial

La torsión interna de la pierna es considerada por algunos autores como un componente de la deformidad en equinovaro. Sin embargo, en muchos pies equino varos tratados el maleolo lateral se encuentra desplazado hacia atrás a pesar de la mencionada torsión tibial interna (Hutchins et al. 1986). Varios estudios han intentado determinar el grado de torsión tibial, midiendo con un torsionómetro el ángulo entre el eje bicondíleo (del tubérculo tibial) y el eje bimaleolar. Ninguno de estos métodos es exacto.

Un nuevo método, más preciso para medir la torsión tibial utilizando la Tomografía Computarizada (TAC), ha sido recientemente reportado. Depende de puntos óseos en la tibia y por lo tanto mide la verdadera torsión tibial. La misma técnica es aplicable tanto para Ultrasonido como para el TAC. Krishna et al. (1991) han medido las diferencias angulares entre los planos posteriores de la tibia proximal y distal, definidos por ultrasonido en niños normales y en niños con pie equino varo. Los niños normales tienen una torsión tibial externa promedio de 40 grados, mientras que los niños con pie equino varo tienen una torsión tibial externa promedio de solo 18 grados. Es de interés el hallazgo de que las piernas normales de pacientes con pie equino varo unilateral tienen una torsión externa de 27 grados en promedio, considerablemente menos que la de los niños normales (Krishna et al. 1991).

Los niños con pie equino varo, por no tanto, no tienen una deformidad en torsión tibial interna, sino más bien, tienen la mitad de la torsión externa que los niños con pies normales. El desplazamiento posterior del maléolo peroneo y la excesiva torsión lateral del tobillo se presenta cuando el pie es manipulado erróneamente en abducción (rotación externa) cuando el talón es bloqueado en inversión y aducción bajo el astrágalo. Los intentos para rotar el pie lateralmente en pronación con el talón invertido, forzan el astrágalo en rotación externa en el tobillo, llevando el maléolo peroneo hacia atrás. Además, cuando se camina con el talón corregido en forma incompleta en varo y aducción, el niño rotará su pie lateralmente para evitar tropezarse, causando un mayor desplazamiento del maléolo lateral. Cuando el medio pie se vence tratando de hacer el pie plantígrado, se produce una deformidad en "forma de frijol" (Swann et al. 1969). Esta deformidad se evita cuando el varo del talón es corregido al abducir y rotar externamente el calcáneo bajo el astrágalo sin pronar el pie. Colocando el pulgar en la cara lateral de la cabeza del astrágalo evita que el astrágalo rote externamente en el tobillo.

La torsión tibial interna relativa asociada con el pie equino varo persistirá si en el tratamiento se usan yesos por abajo de la rodilla. La torsión tibial, la deformidad en varo del talón, y la aducción del pie pueden ser corregidos gradualmente si se aplican yesos largos, hasta la ingle, con la rodilla en 90 grados de flexión y el pie rotado externamente bajo el astrágalo, como hemos descrito previamente. Las férulas con zapatos en rotación externa se usan en la noche por muchos meses para mantener la corrección de la torsión tibial interna.

Aplicación del Yeso

El yeso se aplica para mantener la corrección obtenida con la manipulación. El bebé se coloca en el regazo de la madre para que esté tranquilo mientras el pie es manipulado. Luego el bebé es colocado en el extremo de la mesa para tener lugar para el asistente y la mamá, uno a cada lado. El bebé se relaja con un biberón de leche o un chupón y música clásica suave. Si el bebé es alimentado con seno materno, debe alimentarse antes de la manipulación. Durante el proceso, el ortopedista debe vigilar la cara del bebé para detectar signos de incomodidad.

Durante la aplicación del yeso, el pie es mantenido en la posición correcta deteniendo los dedos de pie con una mano y aplicando contrapresión sobre la cabeza del astrágalo con la otra mano.

Un rollo de 5 cms de huata de algodón es colocada por el asistente, y debe sobreponerse dos terceras partes de su anchura en cada vuelta. Se debe iniciar en los dedos y continuar proximalmente hasta la ingle. La razón para la sobreposición, es cubrir la piel con solo tres capas. Se evitan las úlceras por presión, no con exceso de huata, sino con un cuidadoso moldeo. La huata de algodón, así como el yeso que le sigue, deben ser enrollados firmemente sobre el pie y tobillo para facilitar el moldeo, y con menor firmeza sobre la pantorrilla y el muslo para evitar presión innecesaria sobre los músculos (Fig. 33A).

Una venda de yeso de 5 cms. humedecida en agua tibia, se enrolla sobre la huata de algodón suave iniciando en los dedos; los dedos deben ser cubiertos por

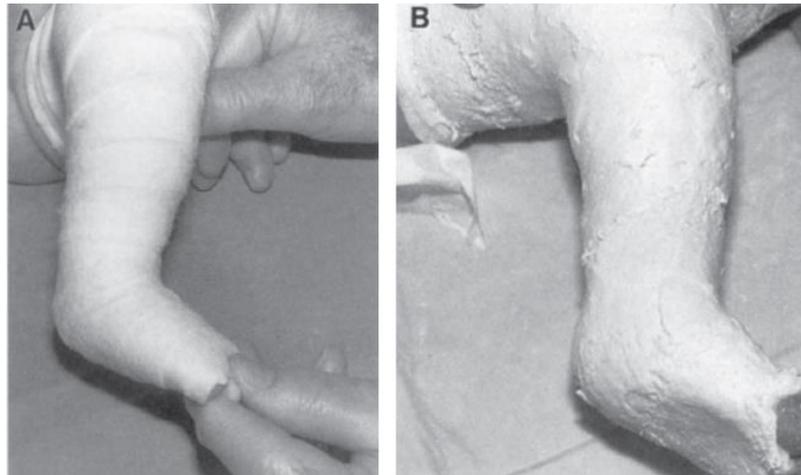


Fig. 33A El muslo se detiene con una mano y los dedos de los pies con el pulgar e índice de la otra mano, manteniendo la rodilla a 90 grados de flexión. Un rollo de huata de 5 cms. cubre desde los dedos de los pies hasta la parte proximal del muslo.

Fig. 33B En el segundo yeso el pie está en discreta supinación. La planta del pie es bien moldeada y el antepie no se evierte.

la punta de los dedos del ortopedista para evitar que sean comprimidos. El yeso debe extenderse inicialmente hasta abajo de la rodilla. Luego, los dedos se liberan mientras el cirujano toma el pie para moldear el yeso. Para moldear el pie equino varo, se requiere una clara comprensión de la posición de cada uno de los huesos del pie. El cirujano debe tener en mente una imagen de un pie equino varo disecado (ver Fig. 9, Capítulo 2). El yeso debe ser moldeado con gentileza y precisión anatómica.

El yeso sobre los dedos debe ser aplanado para mantenerlos en alineación neutra. La prominencia del talón debe ser resaltada moldeando alrededor de él y no presionándolo (Fig. 33C). El talón nunca debe descansar en la mano del cirujano, para no aplanarlo. Un yeso plano en el talón es una indicación segura de que ha sido aplicado en forma inapropiada.

Cuando el pie es abducido para corregir la aducción y supinación, se realiza contrapresión con el pulgar sobre la cara lateral de la cabeza del astrágalo. Sin embargo, el pulgar no debe estar ahí por mucho tiempo, para evitar crear una depresión en el yeso mientras este fragua. La corrección es mantenida, no mediante presión, sino a través de moldeo. Al mismo tiempo, el tobillo y los maléolos son moldeados cuidadosamente. El talón debe ser moldeado en una posición neutra, cuidando no llevarlo a valgo. El varo del talón se corrige al abducir el pie. Para ayudar en la corrección del equino en los últimos yesos, el talón es moldeado hacia abajo con el dedo índice flexionado sobre el Tendón de Aquiles.

Después de moldear el pie y la pierna y cuando el yeso se ha fraguado, la pierna es sostenida por la mano del cirujano sin tocar el talón, mientras el yeso se extiende hasta el tercio proximal del muslo, justo debajo de la ingle, con la rodilla flexionada a 90 grados y la pierna en discreta rotación externa (Figs 33E y 33F).

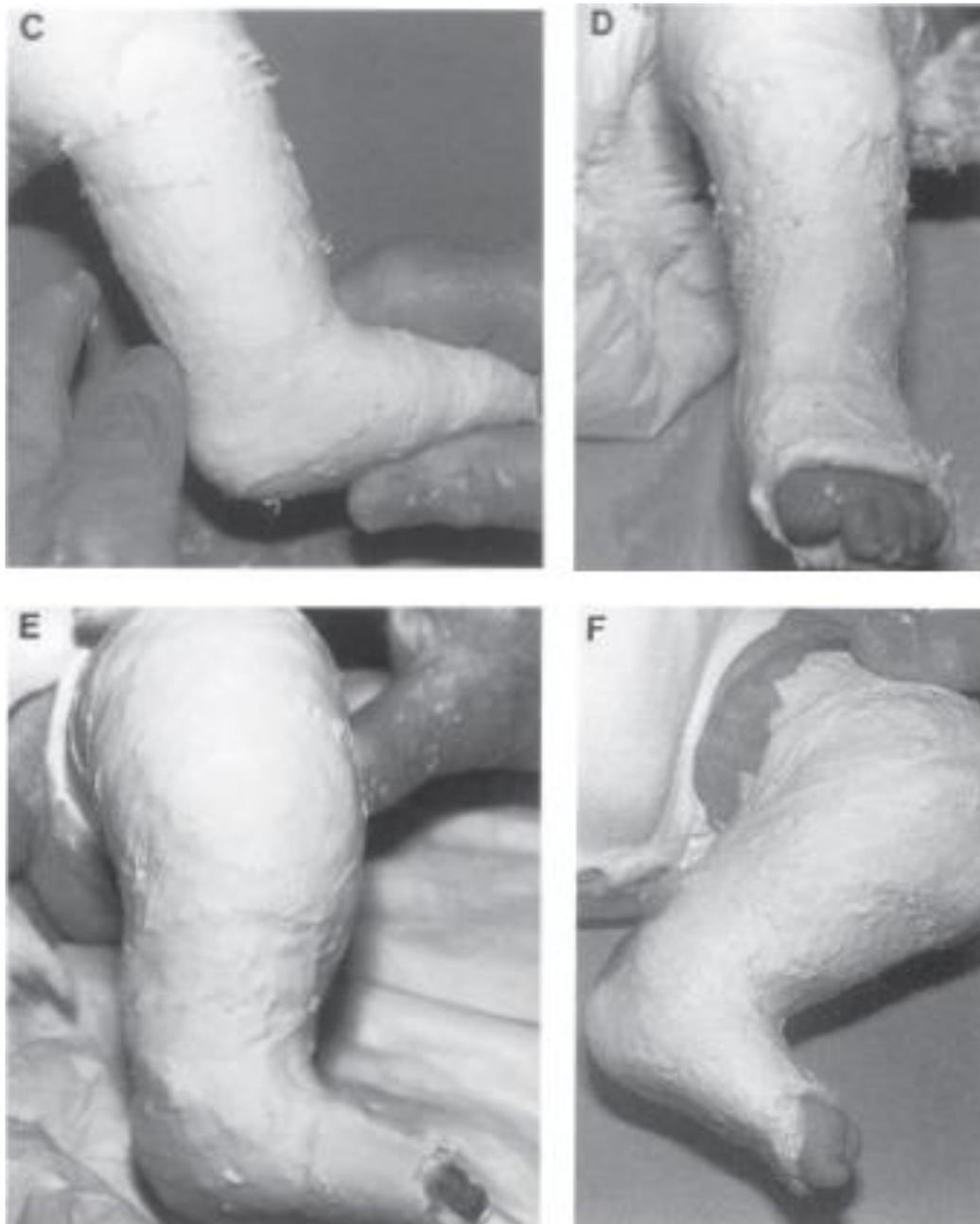


Fig. 33C La prominencia del talón se enfatiza moldeando alrededor de ella, y no presionándola.

Fig. 33D En el tercer yeso el pie es levemente supinado y la aducción es corregida a la posición neutra.

Fig. 33E En el quinto yeso el pie es abducido importantemente sin pronarlo.

Fig. 33F En el sexto yeso, aplicado después de la sección percutánea del Tendón de Aquiles, el pie es mantenido en 60 grados de abducción y 25 grados de dorsiflexión sin pronarlo.

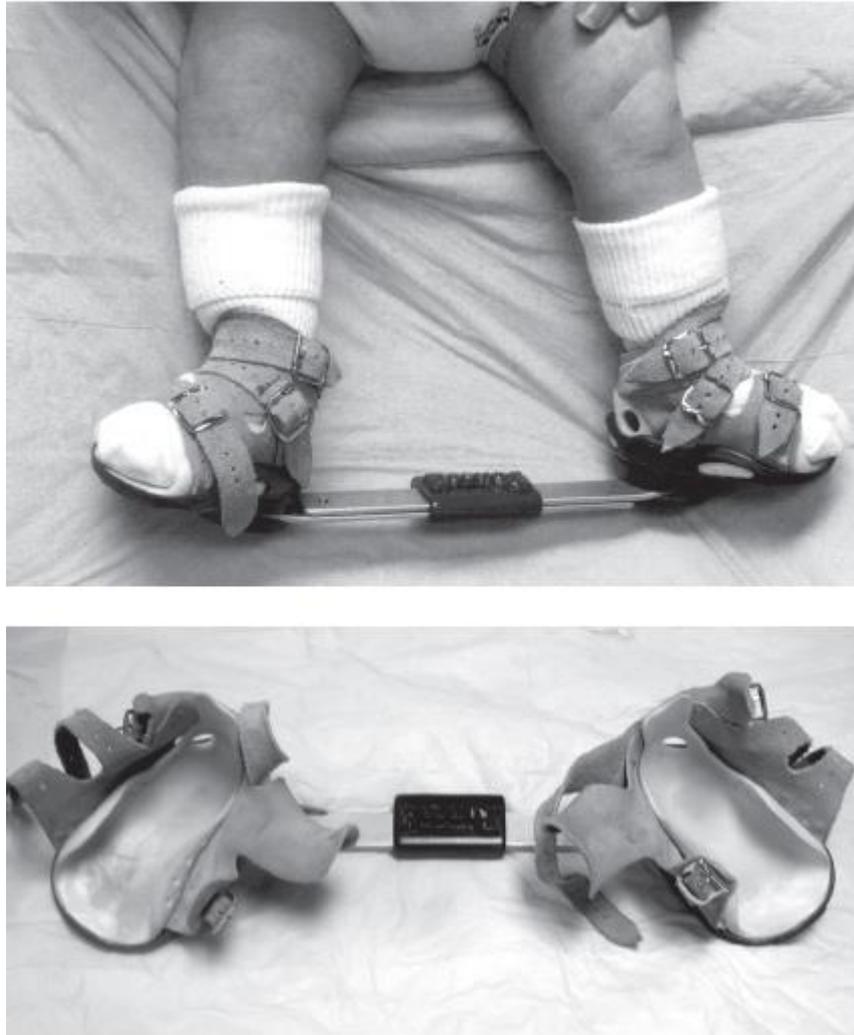
El yeso que cubre los dedos, deberá ser recortado para permitir la extensión libre, pero una plataforma de yeso debe dejarse bajo los dedos para evitar su flexión. De otra manera, los flexores de los dedos permanecerán sin elongarse. El yeso en el borde del primero y quinto dedos deberá ser recortado para permitir la libre movilidad de los dedos. La fuerza correctora debe estar bajo las cabezas metatarsianas, no en los dedos.

El yeso puede ser cambiado semanalmente o, para una corrección más rápida, cada cuatro o cinco días. Cinco a siete yesos de los dedos a la ingle deberán ser suficientes para obtener la corrección. El último yeso debe ser mantenido por dos a tres semanas.

Ferulización

Después de la corrección de la deformidad en equino varo, la ferulización por muchos meses es indispensable para ayudar a prevenir las recidivas. Ya que la principal fuerza correctiva sobre el varo y la aducción del pie equino varo es la abducción (esto es, la rotación externa del pie alrededor del astrágalo), una férula es necesaria para mantener el pie en el mismo grado de abducción, como cuando estaba en el yeso. Esto se logra mejor con los pies colocados en zapatos altos, con los dedos libres, bien ajustados y fijos en rotación externa a una barra de una longitud similar a la distancia entre los hombros del bebé. Ya que, desafortunadamente, los zapatos comerciales para bebés no tienen un talón moldeado, una tira de plastazote bien moldeada, debe pegarse por dentro del barretón del zapato por arriba del talón para evitar que los pies se salgan del zapato. Una sandalia con la suela suave y bien moldeada y tres correas que sujetan el pie firmemente en la posición apropiada a la barra es más cómoda y fácil de usar que los zapatos (Figs 34 y 35).

Las férulas se utilizan tiempo completo por dos a tres meses y después por la noche durante cuatro a cinco años. La férula debe mantener el pie en 60 grados de rotación externa para prevenir recurrencia de la deformidad en varo del talón, aducción del pie y marcha en rotación interna. El tobillo debe estar en dorsiflexión, para prevenir la recurrencia del equino. Esto se logra venciendo la férula con la convexidad de la barra dirigida distalmente. Una férula o correas que no puedan mantener firmemente el pie en marcada rotación externa sin pronación será inefectiva. Otra ventaja de usar sandalias colocadas sobre la barra, en lugar de una barra fija es que permite movilidad de los pies, tobillos y rodillas. El bebé puede estar incómodo inicialmente, cuando trata de patear en forma alternada. Sin embargo, rápidamente aprende a patear en forma simultánea con ambos pies y tolera bien la férula. En niños con pie equino varo unilateral, el pie normal se fija a la barra en una posición neutral con 25 grados de rotación externa.



Figs 34 y 35 Férula de abducción del pie y sandalias con suelas de plástico bien moldeadas, con 3 correas de piel suave para mantener el pie firmemente en la sandalia. Las sandalias están fijadas a la férula en 60 grados de rotación externa.

La placa en forma de L propuesta por Denis Browne (1934) para la corrección temprana del pie equino varo está mal ideada, ya que intenta corregir el varo del talón, dándole eversión sin abducir el calcáneo, una tarea imposible. Descrita inicialmente en 1934, el concepto de fijar los pies con vendajes y fijarlos a placas en una barra no era nuevo. Un aparato para la corrección del pie equino varo, que consistía en fijar a una barra un par de plataformas moldeadas de madera del tamaño de la planta del pie fué propuesto por el Dr. Henry Neil en 1825, descrito por John L. Attlee en 1868, y reportado por L.A. Sayre en 1875 como lo describe Le Noir (1966). Tenía por objeto que el niño “pateara por sí mismo en forma recta”. Sin embargo ningún aparato mecánico como este podía corregir por completo todos los componentes de la deformidad en equino varo. Solo después de que la deformidad ha sido corregida completamente, una barra unida a las sandalias en 60 grados de rotación externa es efectiva para mantener la corrección.

No se debe gastar dinero en ninguna férula diseñada para prevenir la recurrencia del equino, si no controla la rotación del pie. A menos que sean inmovilizados en rotación externa firme, la tracción de la fibrosis retráctil por los ligamentos de la parte medial del tobillo y del tibial posterior y los flexores de los dedos es lo suficientemente fuerte para causar una recurrencia de la deformidad en la mayoría de los pies.

Zapatos altos comunes deben ser utilizados para caminar durante dos o tres años, ya que dan buena estabilidad al tobillo. Aunque los zapatos con cuñas laterales son recomendados por muchos ortopedistas, son innecesarios si el pie ha sido corregido, e inefectivos si el pie no lo ha sido.

Cirugía

Cuando se ha iniciado el tratamiento adecuado del pie equino varo en forma temprana cerca del nacimiento con manipulación y yesos, se puede obtener una buena corrección clínica en la mayoría de los casos. La clasificación arbitraria de pie equino varo verdadero o posicional, de acuerdo a si fue necesaria o no una corrección quirúrgica es, según Coleman, un concepto de “preselección artificial” (Coleman 1987). Si dicha clasificación se aplica a nuestros casos en Iowa, el número de deformidades verdaderas vs. posicionales tendría una relación de 90 a 10 antes de 1950 (ver Steindler 1951 y Le Noir 1966) y 10 a 90 después de 1950, una inversión ridícula.

La cirugía temprana puede estar indicada en un pequeño porcentaje (menos de 5 por ciento) de pacientes con pies muy pequeños, rígidos, con deformidad en equino-varo severo y que no responden apropiadamente a la manipulación. Estos pacientes pueden tener Artrogriposis periférica y deben ser estudiados cuidadosamente. Recientemente, cirugías de pie equino varo en neonatos y cirugías en los primeros 3 meses de vida realizadas en clínicas líderes alrededor del mundo han dado resultados decepcionantes debido a grandes cicatrices profundas (Dimeglio 1977; Epeldegui 1993). Sin embargo, la cirugía está contraindicada. La extensa disección para liberar las articulaciones del tarso tiene efectos negativos en la vida adulta (como hemos reportado). Las largas disecciones de las vainas tendinosas dejan grandes áreas desvascularizadas y pueden causar necrosis del tendón con consecuencias desastrosas. Por el contrario, la deformidad debe ser corregida con la técnica apropiada de manipulación para permitir el crecimiento elástico y normal del pie por el resto de la vida.

Después de retirar el último yeso, el ortopedista debe valorar la corrección obtenida con la manipulación. El pie con una corrección aceptable tendrá bien corregido el varo del talón y el equino, con unos 15 grados o más de dorsiflexión del tobillo. El escafoides quedara situado frente a la cabeza del astrágalo, el cuboides se alineará con el calcáneo y el pie tendrá una forma normal. Como se explicó previamente, la posición del escafoides se determina fácilmente cuando se palpa su movimiento frente a la cabeza del astrágalo, sujetándolo con el índice y el pulgar de una mano mientras se aduce y abduce el pie con la otra. En pies equino varos muy severos en los que el escafoides no puede ser completamente desplazado lateralmente, la tuberosidad del escafoides se siente más cerca del maléolo medial que en los pies normales. (ver Fig. 26, Capítulo 6).

El grado de corrección de la deformidad puede incluso ser inferido al analizar radiografías en proyección anteroposterior y lateral del pie. Sin embargo, como se comentó anteriormente, es difícil estimar la posición exacta de los huesos del tarso porque los centros de osificación son pequeños, ovales y excéntricos, además el escafoides no se osifica hasta los tres o cuatro años de edad (Rose et al. 1985; Cummings et al 1994). Es importante comprender que pequeñas variaciones del rango normal en el ángulo astrágalo calcáneo no implican un pobre resultado clínico. La liberación quirúrgica de las articulaciones del tarso con el único objetivo de obtener un índice astrágalo calcáneo normal radiológico, está contraindicado. Cuando se obtiene una corrección clínica y la movilidad del pie y tobillo son satisfactorios, aún sin una corrección radiográfica perfecta, el resultado del tratamiento debe considerarse exitoso.

En la mayoría de los pies equino varos bien tratados con manipulación en la infancia temprana, la única cirugía que está indicada para facilitar el tratamiento, sin causar ningún daño, es la tenotomía o alargamiento del tendón de Aquiles y la transferencia lateral del tendón del tibial anterior a la tercera cuña. Siempre que sea posible, se deberán evitar las liberaciones articulares, ya que en nuestra experiencia, causan rigidez, dolor en la vida adulta y limitación funcional.

Se han diseñado muchas técnicas para liberar las articulaciones del tarso en el tratamiento del pie equino varo. No se han reportado resultados funcionales a largo plazo. El seguimiento a largo plazo de la capsulotomía tarso metatarsiana de Heyman-Herdon (Stark et al. 1987) para el tratamiento del metatarso aducto, publicado en 1987, demostró que la cirugía de liberación capsular en los pies pediátricos puede causar severas limitaciones. Reportaron falla en el 41 por ciento, una incidencia de dolor del 50 por ciento y cambios degenerativos en las articulaciones operadas. Los cirujanos no deben ignorar las consecuencias del daño articular ocasionado con las liberaciones articulares extensas a nivel del tarso que se realizan comunmente para alinear los huesos en un pie equino varo. Es un error irreparable creer que una “corrección” temprana en la alineación de los huesos resultará en anatomía normal de las articulaciones y en un buen resultado funcional a largo plazo.

A. Tendones.

Tenotomía del Tendón de Aquiles

La tenotomía percutánea del tendón de Aquiles es un procedimiento de consultorio. Un asistente sostiene la pierna con el pie en dorsiflexión, mientras el bebé está relajado con su biberón de leche. Bajo anestesia local, se introduce una hoja de bisturí de catarata, en la piel medial al tendón de Aquiles, unos 2 centímetros proximal a su inserción en el calcáneo. El tendón se siente con la punta del bisturí, cuidando no lesionarlo. Se introduce la hoja frente al tendón de Aquiles y este es seccionado de anterior a posterior (Fig. 36). El ángulo de dorsiflexión del tobillo aumenta súbitamente unos 10 a 15 grados y se corrige la deformidad en equino. La pequeña herida se cubre con una gasa estéril y se cubre con venda de huata estéril alrededor del pie, tobillo y la pierna y se aplica

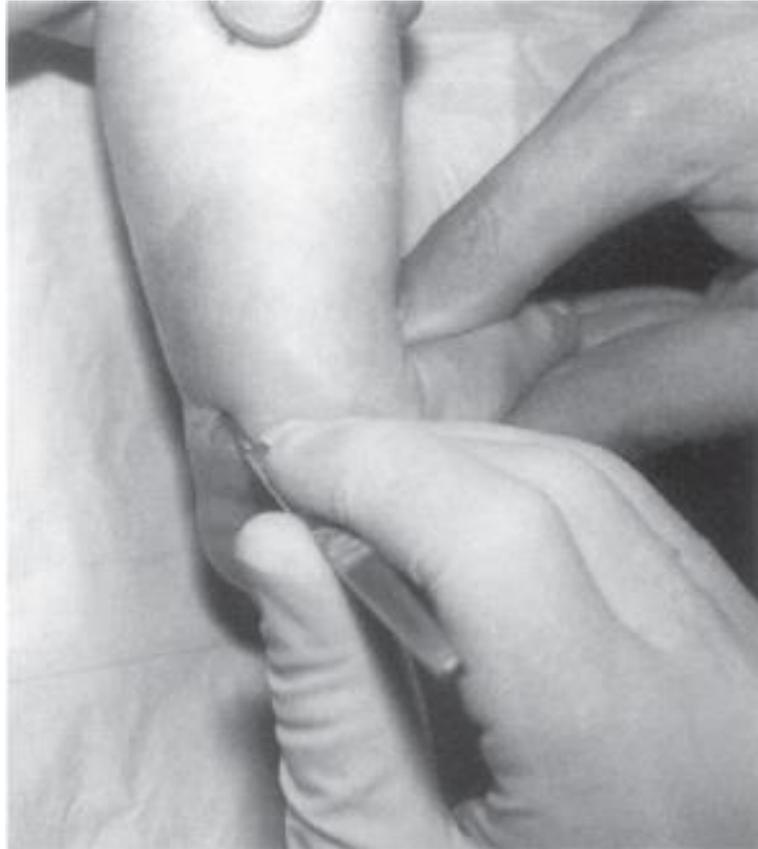


Fig. 36 Tenotomía percutánea del Tendón de Aquiles

un yeso bien moldeado manteniendo el pie en dorsiflexión máxima y alrededor de 60 grados de abducción, como se ha descrito previamente. Cuando se retira el yeso tres semanas después, el espacio entre los dos extremos del tendón se ha cerrado. La cicatriz en el tendón es mínima. La elongación abierta del Tendón de Aquiles es innecesaria, aún para niños mayores de cinco años de edad.

La elongación abierta del Tendón de Aquiles es raramente indicada en niños menores de cinco años de edad, y es mejor si se puede evitar. Con el niño bajo anestesia general, se realiza una incisión de 2.5 cm de longitud en la piel, sobre el borde medial del Tendón de Aquiles, aproximadamente 3 cm proximal a su inserción distal. Debe exponerse el borde medial del tendón y abrir su vaina en forma longitudinal. El tendón no debe despegarse por completo de su vaina para evitar daño a las fibras de tejido conectivo que llevan pequeños vasos sanguíneos y fibras nerviosas desde la vaina al tendón. El tendón se abre en forma longitudinal en su plano frontal aproximadamente 4 a 5 cm y se secciona en su parte posterior en el extremo superior y anteriormente en el extremo inferior. Se realiza dorsiflexión del pie para que las dos mitades del tendón se deslicen una sobre otra y se suturan juntas con el tobillo a 5 grados de dorsiflexión. Debe evitarse un alargamiento excesivo del tendón porque pueden debilitarse permanentemente los gastrocnemios. La vaina del tendón se cierra cuidadosamente antes de cerrar la piel.

El pie y la pierna se inmovilizan por 4 a 5 semanas en un yeso largo con la rodilla ligeramente flexionada.

Es importante no hacer grandes incisiones porque dejan cicatrices muy feas. Grandes disecciones de la vaina tendinosa dejan grandes áreas de tendón desvascularizadas. Esto puede causar necrosis del tendón con consecuencias desastrosas. Una incisión de 2.5 cm de longitud es suficiente para exponer el tendón proximal y distal a la incisión al flexionar y extender el tobillo.

Trasferencia del Tibial Anterior

El Tendón se transfiere después de la primera o segunda recidiva en niños mayores de 2 años y medio de edad, cuando el tendón del tibial anterior tiene una fuerte acción supinadora. Esto habitualmente ocurre cuando el escafoide permanece parcialmente desplazado medialmente, y el varo del calcáneo no está corregido por completo. La recidiva del pie equino varo debe ser corregida completamente con manipulación y 2 o 3 yesos, mantenidos por 2 semanas cada uno, antes de realizar la transferencia tendinosa. La transferencia del tendón del tibial anterior evita futuras recidivas y corrige el ángulo astrágalo calcáneo, como se muestra en las radiografías (Laaveg y Ponseti 1980). Esta transferencia reduce importantemente la necesidad de realizar cirugías de liberación posteromedial.

Se realiza un abordaje de 4 a 5 cm en el trayecto del tendón del tibial anterior, inmediatamente por debajo del tobillo y hacia la primera cuña. Se incide longitudinalmente la vaina del tendón y el retináculo extensor inferior y se corta el tendón inmediatamente proximal a su inserción en la primera cuña y el primer metatarsiano. El extremo distal del tendón se asegura con una pinza de Kocher y se separa de su vaina hasta por debajo del retináculo superior, el cual se deja intacto. Se realiza una segunda incisión de 2 cm de longitud en el dorso del pie, centrada sobre la tercera cuña. Este hueso está por debajo del extensor corto de los dedos, y se localiza retrayendo lateralmente los tendones del extensor largo. Se identifica la tercera cuña palpando su articulación con el tercer metatarsiano el cual se identifica al flexionarlo y extenderlo. Con una broca se realiza una perforación de un cuarto de pulgada (6 mm) en el centro de la tercera cuña, de dorsal a plantar. Se pasa el tendón del tibial anterior en forma subcutánea hacia la segunda incisión. Se fija el extremo del tendón con dos agujas y con una sutura fuerte tipo Bunnell. Con las agujas, el tendón se pasa a través del orificio hasta la planta del pie en donde se ancla firmemente sobre un pedazo de hule espuma y un botón (Figs 37 y 38).

Para prevenir la formación de una cuerda de arco debajo de la piel frente al tobillo, el tendón debe dejarse por debajo del retináculo superior. Para obtener una línea recta de tracción, el septum lateral de compartimento retinacular puede tener que seccionarse en forma parcial. Se aplica un yeso largo hasta la ingle con el pie en posición neutra y la rodilla a 90 grados de flexión por 4 semanas (Figs 31 y 39).

B. Ligamentos y Articulaciones

Con la manipulación temprana más la colocación de yesos en forma apropiada, la cirugía sobre los ligamentos y articulaciones rara vez es necesaria

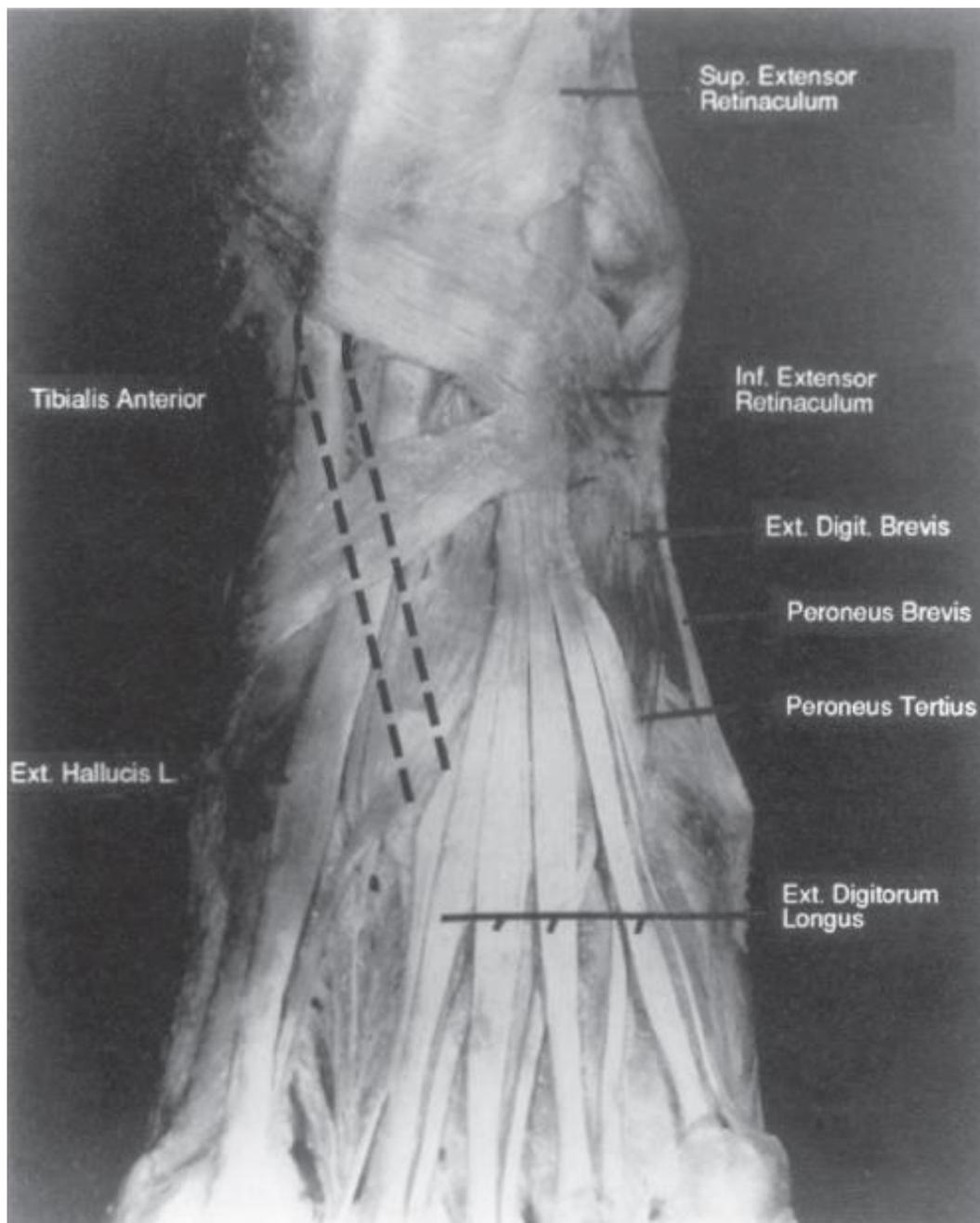


Fig. 37 Transferencia del tibial anterior a la tercera cuña. El tendón queda intacto bajo el retináculo superior (De R. Cosentino, 1960: *Atlas de Anatomía y abordajes quirúrgicos en cirugía ortopédica*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.)

en el tratamiento del pie equino varo. Muy pocos pacientes con deformidades severas que no responden al tratamiento con manipulación, además de los pacientes con pies inveterados o con deformidades iatrogénicas, requieren liberaciones articulares. Estas no deben realizarse antes de los dos o tres años de edad. Se debe obtener la máxima corrección con manipulación y yesos antes de llevar a cabo cualquier cirugía radical del pie, la cual como hemos mencionado previamente, causa rigidez, debilidad y dolor.

Solo los ligamentos muy rígidos deben ser seccionados para permitir una alineación adecuada de los huesos, ya que una reducción anatómica perfecta es imposible debido a la incongruencia de las superficies articulares y cambios en la

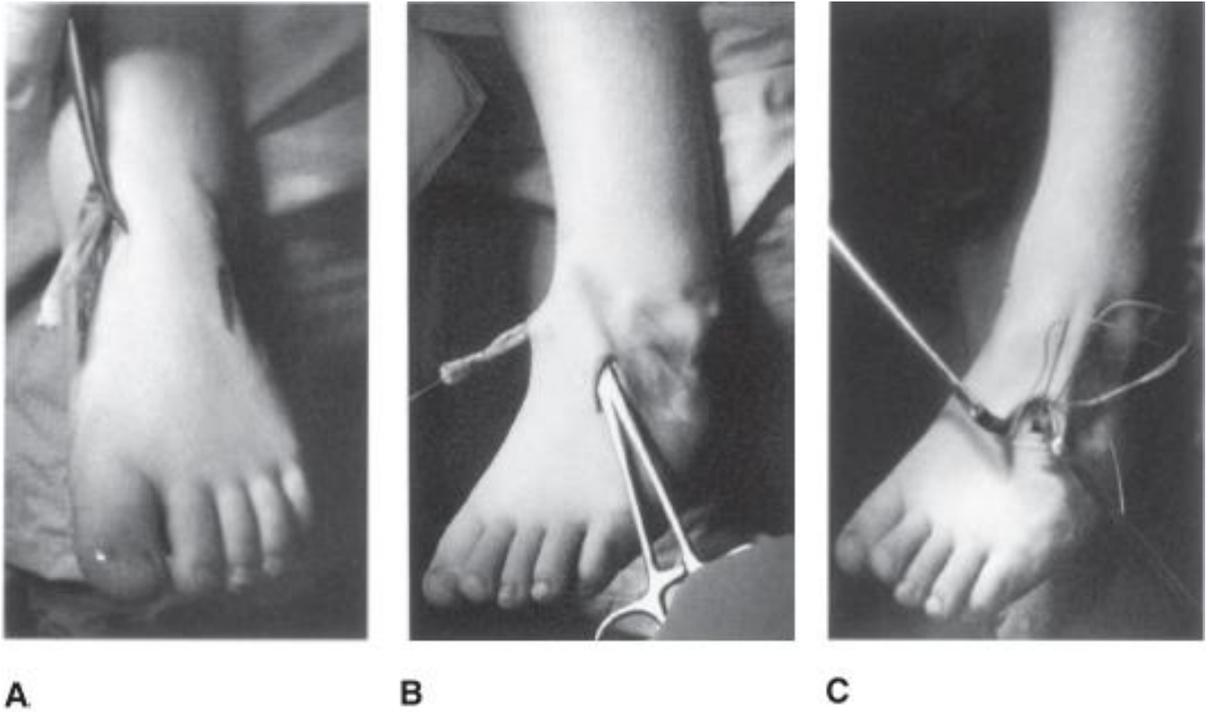


Fig. 38A, 38B, y 38C Tranferencia del tibial anterior a la tercera cuña (ver texto)

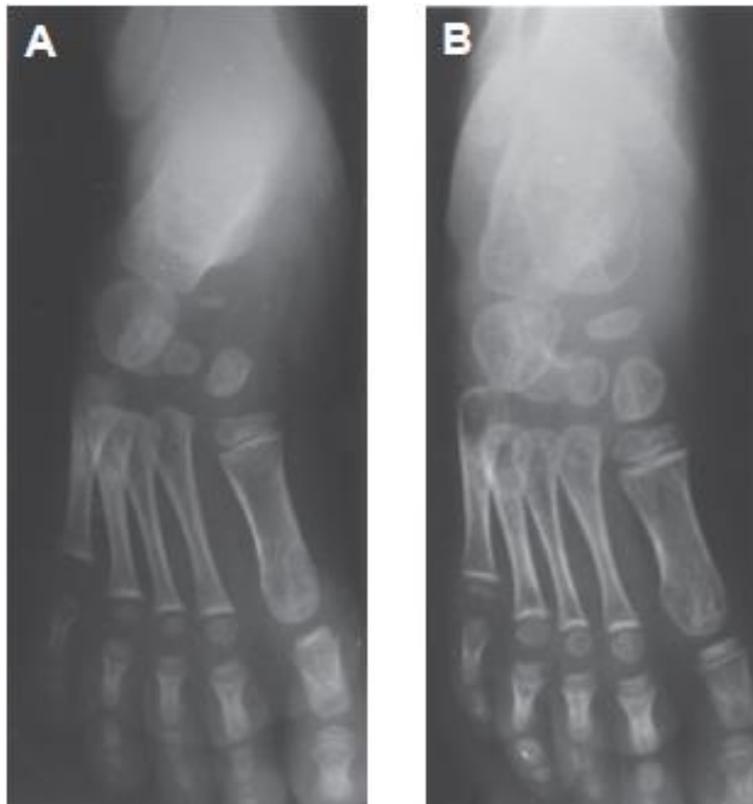


Fig. 39A y 39B Radiografía anteroposterior de un niño de 4 años tomada antes (A) y 6 meses después de la tranferencia del tibial anterior a la tercera cuña (B). El ángulo astrágalo calcáneo ha mejorado.

forma de los huesos. Como se explicó anteriormente, una reducción completa del severo desplazamiento medial del escafoides no es necesaria para la corrección del varo del talón y la angulación medial del cuboides. Si el pie está bien alineado no se recomienda intentar reducir completamente el desplazamiento medial del escafoides ya que esto requiere una disección extensa del medio pie, algunas veces con resultados desfavorables como luxación o subluxación del escafoides y grandes cicatrices. Le Noir (1966) así como Simons (1994) describieron una subluxación medial severa del cuboides que requirió de reducción quirúrgica en algunos pacientes. Los pacientes que yo traté inicialmente, no necesitaron cirugía para reducir el cuboides, excepto en un caso en el que la deformidad tenía una prolongación muy grande del tendón del tibial posterior que se insertaba en el cuboides.

Los ligamentos que pueden requerir liberación a través de una incisión posteromedial son las fibras superficiales del ligamento deltoideo, el ligamento tibio escafoideo, el ligamento astrágalo escafoideo, el ligamento calcáneo escafoideo plantar y los ligamentos posteriores del tobillo y articulación subastragalina (Fig 40). Cuando se requiere elongar el tendón del tibial posterior, se puede realizar de acuerdo a la técnica descrita por Coleman (1987) suturando el extremo del tendón desinsertado al colgajo del ligamento tibio escafoideo el cual está unido al escafoides. Es raro que se requiera elongar los tendones flexores de los dedos, ya que los músculos se elongan con el tiempo. Los ligamentos de la parte lateral del pie y los ligamentos interóseos subastragalinos por lo general no están muy tensos y no deben ser seccionados (Fig. 41). Para evitar sobrecorrección, el tendón del tibial anterior no debe transferirse al dorso del pie en el momento de la liberación articular.

No es necesaria la cirugía para corregir el aducto del antepie, ya que éste no es rígido y responde bien a la manipulación. La deformidad severa puede corregirse con osteotomías metatarsianas pero nunca con capsulotomías en la articulación de Lisfranc (Stark et al. 1987). Ocasionalmente, una deformidad en cavo rígido requiere de la sección subcutánea de la fascia plantar. La deformidad del primer orjejo en "gatillo" puede ser corregida con una transferencia del extensor largo al cuello del primer metatarsiano como se explica abajo.

C. Huesos.

Las osteotomías o resecciones en cuña de los huesos en la parte externa del pie no son necesarias para el tratamiento del pie equino varo si la manipulación y la colocación de yesos se realiza en forma adecuada.

Cavo varo

Una deformidad residual común del pie mal tratado o del pie equino varo recidivante es el cavo varo, en el que el tarso permanece en algún grado de varo mientras que al antepie esta pronado. El arco del pie es alto, y la fascia plantar y los músculos están acortados. Esta deformidad se origina por pronación inadecuada del antepie durante el tratamiento inicial. El cavo puede muy ser leve al nacimiento pero se agrava cuando el antepie es inmovilizado en pronación en el yeso. Además, el talón permanece en varo ya que la pronación del pie no permite evertir el calcáneo, a menos que el medio pie y el calcáneo se abduzcan severamente. Con el talón en varo, se incrementa el cavo cuando el niño empieza a caminar.

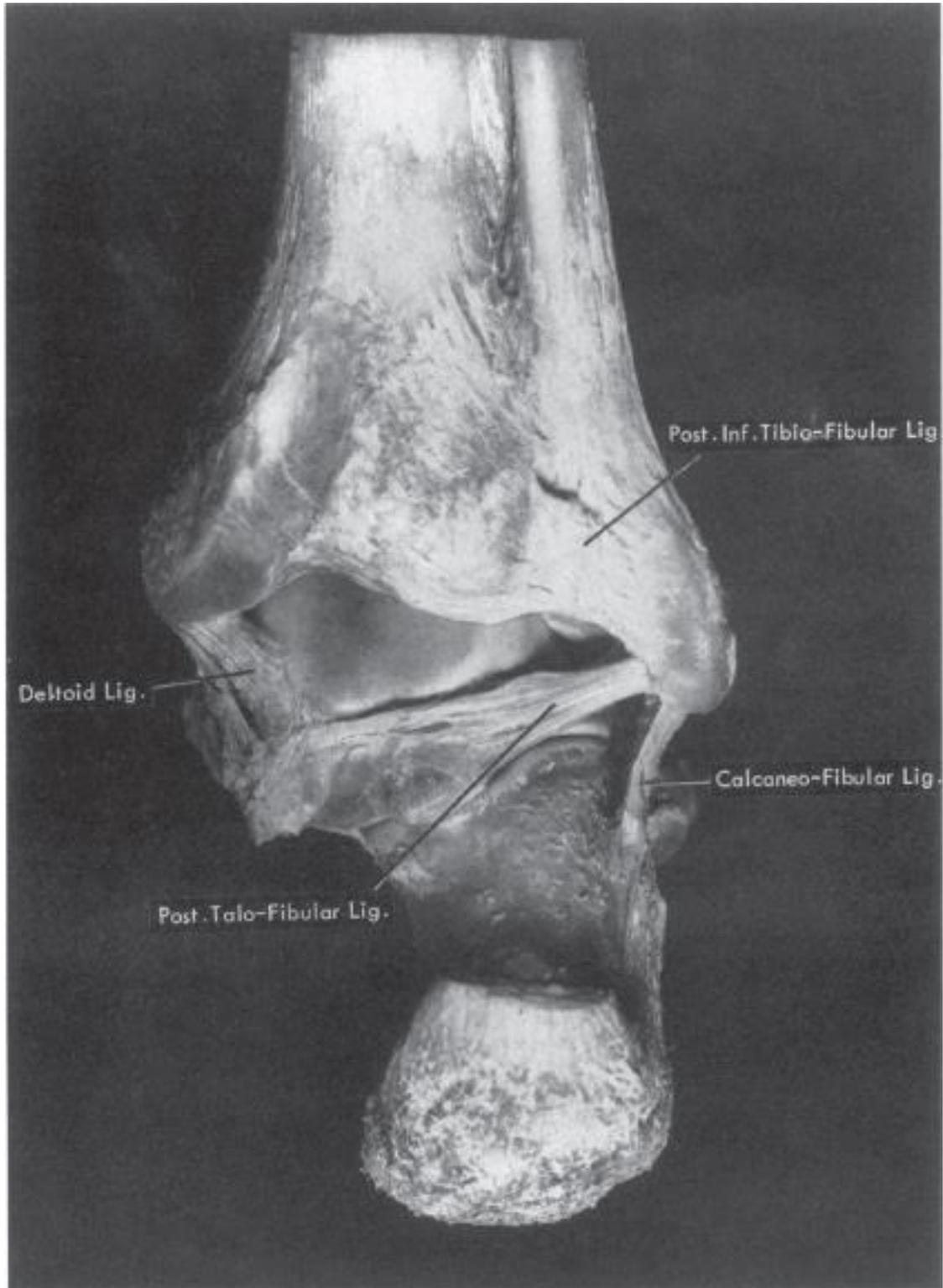


Fig. 40 Vista posterior del tobillo y la articulación subastragalina y los ligamentos que tienen que ser seccionados en una cirugía de liberación posteromedial. (De R. Cosentino, 1960: *Atlas de Anatomía y abordajes quirúrgicos en cirugía ortopédica*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.)



Fig. 41 Masculino con pie equino varo bilateral, más severo en el izquierdo, tratado como se explica en la leyenda de la Fig. 32D. Las fotografías superiores muestran los pies antes del tratamiento y a los 8 años de edad cuando la deformidad recidivó. Las fotografías inferiores y las radiografías en la Fig. 32D muestran los pies a los 19 años de edad. Ambos pies están bien alineados. El pie izquierdo, tratado con una cirugía de liberación posteromedial, es más rígido que el derecho, y doloroso en las caminatas prolongadas. A los 32 años de edad, el paciente ya no podía trabajar en la granja debido al dolor progresivo en el pie izquierdo. A los 36 años, maneja una camioneta para el municipio.

El movimiento entre el retropié y el antepié se lleva a cabo principalmente en la articulación de Lisfranc. La base del segundo metatarsiano esta acunada entre la primera y tercera cuña, por lo que tiende a moverse con el medio y retropié. El antepié rota en pronación y supinación alrededor del segundo metatarsiano. En el pie cavo varo, el varo del retropié causa inversión del segundo metatarsiano. Al pararse y caminar, el primer metatarsiano tiene que flexionarse plantarmente para tocar el piso, mientras que los demás metatarsianos se dorsiflexionan. La fascia plantar se acorta y se vuelve más gruesa al mantener al primer metatarsiano en flexión plantar. Si hay aducto residual del pie, el niño caminará con la pierna en rotación externa para evitar tropezarse, forzando al astrágalo en la misma dirección, lo que incrementa el varo del talón. Los potentes ligamentos astrágalo peroneos juegan un papel importante en lo que Huson llama “este remarcable mecanismo de transmisión astrágalo crural” (Huson 1991). Todos estos movimientos interrelacionados crean un círculo vicioso que empeoran la condición.

La corrección de la deformidad en cavo varo en el pie equino varo implica la liberación de la fascia plantar, corregir la flexión del primer metatarsiano y la supinación del tarso. Steindler, quien en 1920 publicó su cirugía para la liberación de fascia plantar, declaró repetidamente que el cavo recurrirá a menos que la liberación de la fascia plantar se acompañe de algún otro procedimiento correctivo.

La deformidad en cavo varo residual en niños por debajo de los seis o siete años de edad, cuando hay adecuada movilidad subastragalina, puede ser tratada con manipulación, aplicación de dos o tres yesos durante dos semanas cada uno, liberación percutánea de la fascia plantar y transferencia del tibial anterior a la tercera cuña. El tendón de Aquiles debe ser elongado cuando hay equino residual. En deformidades en cavo severas, el extensor largo del primer orjejo puede ser transferido a la diáfisis del primer metatarsiano después de fijar la porción distal del tendón al tendón extensor corto del primer dedo. Se aplica un yeso desde los dedos a la ingle manteniendo el pie en posición de corrección por 5 semanas.

En niños mayores la deformidad del tarso así como el cavo tienden a ser más rígidas. Es muy importante identificar con la prueba del bloque lateral de Coleman (1987) si la supinación del talón es dinámica. Aquí un block de madera de dos o tres centímetros de alto se coloca bajo la parte lateral de la planta del pie, para que la cabeza del primer metatarsiano toque el suelo corrigiendo la pronación del antepié. Si el varo del retropié no es rígido, se corregirá y el talón no estará en varo. Cuando el varo se corrige a menos de 5 grados de la posición neutra con la prueba de Coleman, la deformidad en cavo varo se corrige mejor con una serie de procedimientos recomendados por Reginald R. Cooper, como sigue:

1. Sección percutánea de la fascia plantar tensa.
2. Se reseca una pequeña cuña de hueso dorso-lateral de la base del primer metatarsiano, evitando dañar la placa de crecimiento.
3. El tendón del extensor largo del primer dedo se corta a nivel de la articulación metatarso falángica, su extremo distal se sutura al tendón del extensor corto del primer dedo, y su extremo proximal se pasa a través de un orificio perforado en el primer metatarsiano y atado a sí mismo con tensión para que mantenga el primer metatarsiano en adecuada alineación después de haberlo dorsiflexionado y supinado (invertido) mientras se inmoviliza el sitio de la osteotomía.
4. A través de una pequeña incisión, el tendón del peroneo lateral largo se corta a nivel de la planta del pie y se sutura bajo tensión al tendón del peroneo lateral corto.
5. El tendón del tibial anterior se trasfiere a la tercera cuña si tiene una fuerte acción supinadora.
6. El tendón de Aquiles se alarga cuando es necesario para corregir cualquier equino residual.
7. Se coloca un yeso largo manteniendo la rodilla en ligera flexión y el pie en la posición de corrección por 6 semanas. Un yeso por debajo de la rodilla es suficiente si no se realizó alargamiento del Aquiles o transferencia del tibial anterior.

En los raros casos en los que se forma un callo bajo la cabeza del 2º metatarsiano, se recomienda reseca una cuña dorsal de hueso de la base del segundo metatarsiano así como del primer metatarsiano. En su experiencia el Dr. Cooper encontró un sólo caso que requería una osteotomía de cierre de cuña lateral del calcáneo, como la descrita por Dwyer. En la mayoría de los casos esta operación no es necesaria ya que pequeños grados de varo del talón son compatibles con una marcha normal. Los resultados a largo plazo del procedimiento de Cooper realizado durante treinta años son muy satisfactorios. Serán publicados por el Dr. Cooper (Figs 42 A y 42 B).

Triple Arthrodesis

Una triple artrodesis es un procedimiento de salvamento a realizar en niños mayores de 9 a 10 años con una deformidad en cavo varo rígida. Estos pacientes tienen grandes callosidades en la parte lateral de la planta del pie, particularmente bajo la base del quinto metatarsiano y con frecuencia bajo la cabeza del primer metatarsiano. La triple artrodesis está indicada cuando la movilidad del tobillo es bastante buena pero las articulaciones del tarso son muy rígidas en supinación.

La operación se lleva a cabo a través de una incisión lateral, de la punta del maléolo lateral a la base del cuarto metatarsiano. Se incide la piel, el tejido subcutáneo y una parte del retículo extensor inferior. Las ramas del nervio sural y músculo cutáneo se preservan y se retraen con la fascia profunda para exponer el extensor corto de los dedos. Este músculo se eleva del calcáneo y se retrae hacia adelante. El tendón del peroneo anterior y el extensor largo de los dedos se retraen hacia adelante. El retináculo peroneo inferior junto con los tendones peroneos se retraen hacia abajo. Luego de abrir las cápsulas articulares, las articulaciones calcáneo cuboidea y astrágalo escafoidea se exponen claramente (Fig. 43). Con un osteotomo, se reseca el cartílago de estas articulaciones quitando solo una pequeña cantidad de hueso subcondral. Para remover todo el cartílago de la articulación astrágalo escafoidea es de ayuda pasar un retractor de Kocher a lo largo de la articulación mientras se levanta la cápsula de la articulación. El retractor de Kocher es ahora insertado alrededor del margen lateral y posterior de la



A



B

Fig. 42A y 42B Radiografía lateral del pie derecho de una niña de 13 años con pie equino varo congénito y artrogruposis que afecta ambos pies y la mano izquierda. Los pies fueron tratados con manipulaciones y yeso cambiados semanalmente por 6 semanas, empezando a los 4 días de edad, y durante 6 semanas más a los 4 meses de edad y otra vez a los 18 meses de edad cuando se realizó una elongación del Tendón de Aquiles. A los 3 años de edad se realizó una liberación medial y otra más a los 6 años para tratar recidivas. El pie derecho desarrolló una deformidad en cavovaro. Las radiografías superiores fueron tomadas a los 13 años de edad, antes **A** y 2 meses después **B** un procedimiento de Cooper para tratar la deformidad en cavovaro (ver texto). La deformidad no recidivó y el paciente tenía una buena marcha 6 años después de la cirugía.

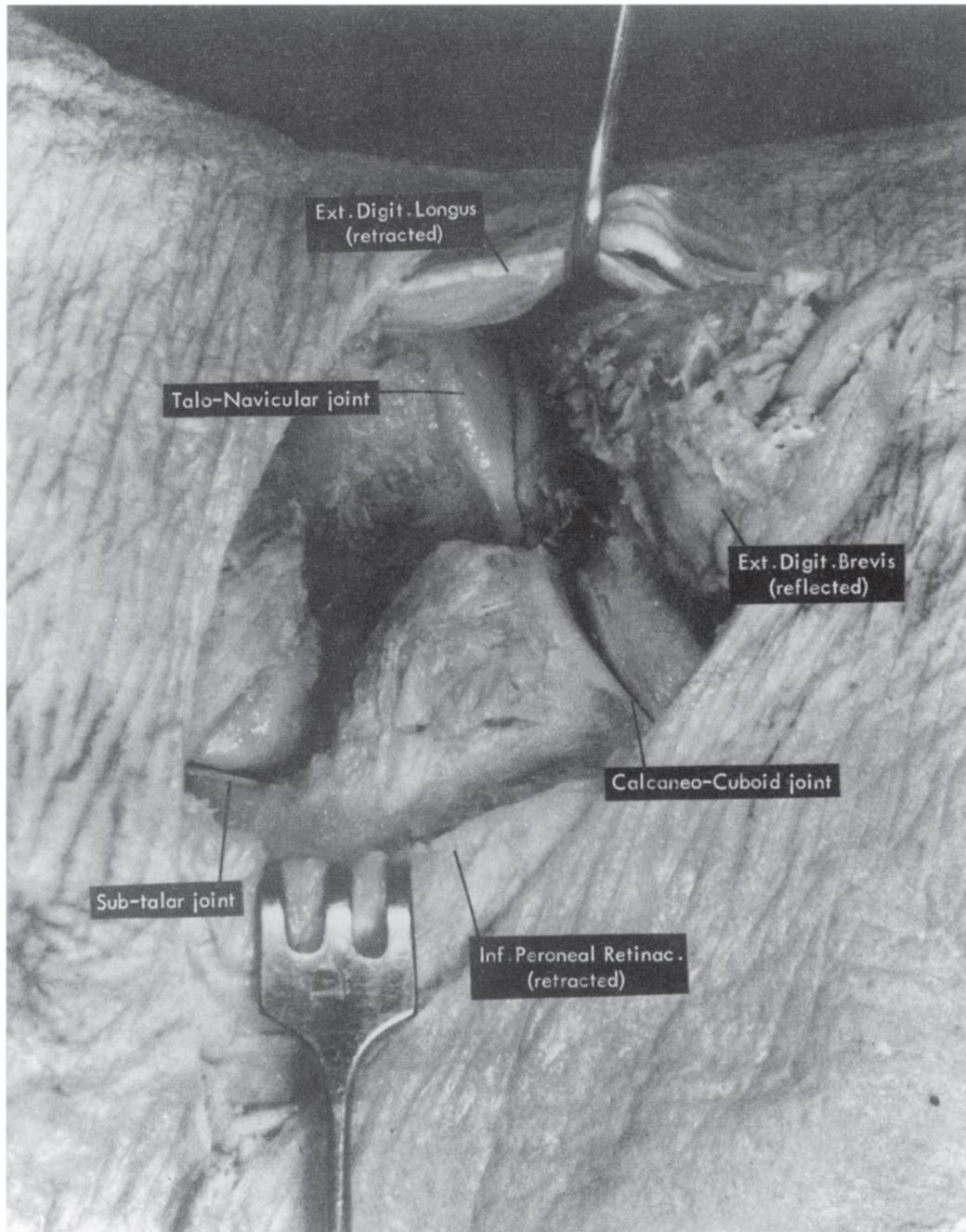


Fig. 43 Exposición quirúrgica de las articulaciones del retropie (ver texto). (De R. Cosentino, 1960: *Atlas de Anatomía y abordajes quirúrgicos en cirugía ortopédica*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.)

articulación subastragalina despegando las inserciones capsulares y exponiendo por completo la articulación. El cartílago y una mínima cantidad de hueso subcondral es resecado con un osteotomo filoso. El calcáneo es separado del astrágalo y los ligamentos interóseos subastragalinos son resecados por completo. El cartílago de la articulación subastragalina medial se reseca teniendo cuidado de no lesionar el sustentaculum tali y las estructuras neurovasculares y tendones de la parte medial del pie. Una incisión medial es innecesaria.

Solo es necesario resecar el cartílago articular y una pequeña cantidad de hueso subcondral de las tres articulaciones para facilitar el despazamiento lateral y la abducción del escafoides, cuboides y calcáneo necesarias para corregir el varo del talón y la supinación del tarso. No se requiere fijación y el pie se mantiene estable en la posición de corrección. Después de suturar el extensor corto de los dedos

al retinaculo peroneo inferior, la herida se cierra por planos. Se inmoviliza el pie en posición neutra en un yeso corto. El yeso se mantiene



A



B

Fig. 44A y 44 B Radiografías del pie derecho de un hombre de 37 años con parálisis cerebral , a quien se le realizó una triple artrodesis a la edad de 14 años para corregir una deformidad en equino varo.

por 4 semanas sin apoyo. Se aplica otro yeso muy bien moldeado por 6 semanas más, con el que se permite la marcha (Figs 44A y 44B).

Son innecesarias las resecciones óseas en cuña para corregir la deformidad en varo del retropié. De hecho, se obtiene una clara idea de como debe ser corregido el varo del talón y la supinación del pie equino varo a cualquier edad, cuando se realiza una triple artrodesis en forma adecuada. Una técnica incorrecta se describe y se ilustra en la mayoría de los libros de texto: en las que se resecan cuñas de hueso de la parte lateral de las articulaciones mediotarsiana y subastragalina, los espacios se cierran abduciendo el pie y con eversión del talón y se utilizan grapas para mantener la corrección. Esta técnica incorrecta ilustra el concepto erróneo muy común de que el varo del talón se corrige con eversión del calcáneo en lugar de abducirlo (con rotación externa) por debajo del astrágalo, y que el varo del retropié se corrige con eversión del mediopie a través de la articulación de Chopart en lugar del desplazamiento lateral del escafoides frente a la cabeza del astrágalo, y el cubooides frente al calcáneo abducido. Este error interfiere, aún en nuestros tiempos, con la técnica correcta de la triple artrodesis así como con el tratamiento mediante manipulación exitoso del pie equino varo.

Para corregir el cavo después de una triple artrodesis, se reseca una cuña dorsal de hueso de la base del primer metatarsiano, y el tendón del extensor largo del primer dedo se trasfiere al primer metatarsiano, como se describió previamente.

Es raro que se requiera una osteotomía de la tibia para rotar el pie interna o externamente.

Astragalectomía.

La astragalectomía está indicada para el tratamiento del pie equino varo muy rígido con poca o nula movilidad del tobillo que ha recurrido después de cirugías con extensas liberaciones tarsales. La operación da resultados satisfactorios cuando se realiza entre el primero y los seis años de edad. La astragalectomía puede ser el procedimiento primario en pacientes con pie equino varo severo y con pobre o nula musculatura secundario a Artrogriposis o Mielomeningocele. La operación se lleva a cabo luego de mejorar la alineación en la medida de lo posible con manipulaciones y yesos semanales por un periodo que no exceda dos a tres meses.

La resección del astrágalo es una cirugía segura ya que descomprime el retropié y permite la corrección de la supinación y la deformidad en equino sin elongar los nervios y vasos. El pie se estabiliza en el tobillo, llevándolo hacia atrás para forzar al talón a su posición normal, posterior y prominente. Este procedimiento resulta en un pie plantígrado que se articula con mínima movilidad entre la mortaja del tobillo y la parte anterior de la base subastragalina. El pie es funcional y no doloroso. Son raras las recurrencias (Menelaus 1971).

El abordaje para la astragalectomía es el mismo que para la triple artrodesis. La cabeza del astrágalo es prominente en la parte lateral porque el escafoides y el calcáneo están en aducción severa. Todos los ligamentos y cápsulas articulares que se insertan en el astrágalo se cortan con una tijera de tenotomía para evitar daño al cartílago articular adyacente. El astrágalo se toma con una pinza de campo y se manipula el pie en supinación y equino para que los ligamentos posteriores y mediales se vean claramente mientras son seccionados. Para facilitar el desplazamiento posterior del pie, el ligamento deltoideo, los ligamentos posteriores del tobillo, así como la punta del maléolo lateral deben ser resecaos. La mortaja del tobillo debe encajar en la superficie anterior y superior del calcáneo. La superficie lateral del maléolo lateral por debajo del cartílago de crecimiento debe recortarse para adelgazar el tobillo y facilitar el calzado. Se inserta un clavo de Steinman hacia arriba a través el calcáneo hacia la tibia para mantener el pie en la posición apropiada con respecto a la tibia.

Se inmoviliza el tobillo en unos pocos grados de flexión plantar en un yeso corto. El yeso y el clavo de Steinman se retiran cuatro semanas después y se coloca otro yeso bien moldeado para caminar por 6 semanas más. Una férula bien moldeada para caminar se utiliza por 6 meses para prevenir recidivas de la deformidad.

Referencias

- Aronson, J. and Puskarich, C.L. (1990). Deformity and disability from treated clubfoot. *J. Pediatr. Orthop.*, **10**, 109.
- Attlee, J.L. (1868). *A practical manual of the treatment of clubfeet*. Appleton, New York. 1868
- Browne, D. (1934). Talipes equinovarus. *Lancet*, **2**, 969.
- Carroll, N.C. (1987). Congenital clubfoot. Pathoanatomy and treatment. *Instructional Course Lectures*, **36**, 117.
- Coleman, S.S. (1987). *Complex foot deformities in children*. Lea & Febiger, Philadelphia.
- Cummings, R.J., Hay, R.M., McCluskey, W.P., Mazur, J.M., and Lovell, W.W. (1994). Can clubfeet be evaluated accurately and reproducibly? In *The clubfoot*. (ed. G.W. Simons), Springer-Verlag, New York.
- Dimeglio, A. (1977). Le traitement chirurgicale du pied bot varus equin. *Encyclopedie medico chirurgicale*. Tome Techniques Chirurgicales, Paris.
- Epeldegui, T. (1993). *Conceptos y controversias sobre el pie zambo*. Vincente ed, Madrid.
- Huson, A. (1961). Een outleed kundig functioneel Ouderzoek van der Voetwortel (An anatomical and functional study of the tarsus). PhD dissertation, Leiden University.
- Huson, A. (1991). Functional anatomy of the foot. In *Disorders of the foot and ankle*, (2nd edn), (ed. J.H. Jahss), Vol. 1. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Hutchins, P.M., Foster, B.K., Paterson, D.C., and Cole, E.A. (1985). The long term results of early surgical release in clubfeet. *J. Bone Joint Surg.*, **67B**, 791.
- Hutchins, P.M., Rambick, D., Comacchio, L., and Paterson, D.C. (1986). Tibiofibular torsion in normal and treated clubfoot populations. *J. Pediatr. Orthop.*, **6**, 452.
- Inman, V.T. (1976). *Inman's joints of the ankle*. Williams & Wilkins, Baltimore.
- Ionasescu, V., Maynard, J.A., Ponseti, I.V., and Zellweger, H. (1974). The role of collagen in the pathogenesis of idiopathic clubfoot. Biochemical and electron microscopic correlations. *Helv. Paediat. Acta*, **29**, 305.
- Ippolito, E., Farsetti, P., Caterini, R., and Tudisco, C. (2003). Long-term comparative results in patients with congenital clubfoot treated with two different protocols. *J. Bone Joint Surg.*, **85A**, 1286.

- Kite, J.H. (1930). Non-operative treatment of congenital clubfeet. *Southern Med. J.*, **23**, 337.
- Kite, J.H. (1964). *The clubfoot*. Grune & Stratton, New York London.
- Kite, J.H. (1963). Some suggestions on the treatment of clubfoot by casts. AAOS Instructional Course Lecture. *J. Bone Joint Surg.*, **45A**, 406.
- Krishna, M., Evans, R., Taylor, J.F., and Theis, J.C. (1991). Tibial torsion measured by ultrasound in children with talipes equinovarus. *J. Bone Joint Surg.*, **73B**, 207.
- Laaveg, S.J. and Ponseti, I.V. (1980). Long-term results of treatment of congenital clubfeet. *J. Bone Joint Surg.*, **62A**, 23.
- LeNoir, J.L. (1966). *Congenital idiopathic talipes*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.
- Menelaus, M.B. (1971). Talectomy for equinovarus deformity in arthrogryposis and spina bifida. *J. Bone Joint Surg.*, **53B**, 468.
- Neil, H. (1825). *A practical manual of the treatment of clubfeet*. Appleton, New York.
- Rose, G.K., Welton, E.A., and Marshall, T. (1985). The diagnosis of flat foot in the child. *J. Bone Joint Surg.*, **67B**, 71.
- Sayre, L.A. (1875). *A practical manual of the treatment of clubfeet*. Appleton, (ed.) New York.
- Stark, J.G., Johanson, J.E., and Winter, R.B. (1987). The Heyman–Herndon tarsometatarsal capsulotomy for metatarsus adductus: results in 48 feet. *J. Pediatr. Orthop.*, **7**, 305.
- Swann, M., Lloyd-Roberts, G.C., and Catterall, A. (1969). The anatomy of uncorrected clubfeet. A study of rotation deformity. *J. Bone Joint Surg.*, **51B**, 263.
- Steindler, A. (1920). Stripping of the os calcis. *J. Orthop. Surg.*, **2**, 8.
- Steindler, A. (1951). *Postgraduate lectures on orthopaedic diagnosis and indications*. Charles C. Thomas, Springfield, IL.

8

Recidivas

Independientemente del tipo de tratamiento, el pie equino varo, tiene una gran tendencia a la recidiva. Se asume erróneamente que la deformidad recurre porque no ha sido completamente corregida. De hecho, la recidiva del pie equino varo es causada por la misma patología que inició la deformidad. El pie equino varo severo rígido, con una pantorrilla pequeña, tiene una mayor tendencia a la recidiva que el pie menos severo. A menos que se ferulice, la recidiva ocurre rápidamente en prematuros, y más lentamente en forma tardía. Las recidivas son raras después de los 5 años de edad y extraordinariamente raras después de los 7 años de edad, independientemente de si la deformidad está total o parcialmente corregida.

Como se indicó previamente, una parte indispensable de nuestro tratamiento, son las férulas post-corrección con calzado ajustado al pie (Figs 34 y 35), fijo en rotación externa en una barra que se utiliza tres a cuatro años por las noches. Con el mismo grado de severidad, la recidiva es menos frecuente en un niño cooperador con padres responsables que siguen las indicaciones fielmente. Cerca de la mitad de las recurrencias son observadas entre los 2 y los 4 meses después de discontinuar las férulas, usualmente esto ocurre por iniciativa de la familia, cuando los padres ven que el pie parece normal, el niño ya camina y ceden ante la resistencia del niño a continuar utilizando las férulas nocturnas.

En los primeros 20 años de nuestro tratamiento, las recidivas ocurrieron en cerca de la mitad de los pacientes con edades entre los 10 meses y 5 años; con dos y medio años de promedio (Ponseti y Smoley, 1983). En los últimos 20 años, las recidivas han sido menos frecuentes ya que los padres han entendido la importancia de usar las férulas nocturnas después de la corrección.

La recidiva es detectada cuando aparece una deformidad discreta en equino y varo del talón, frecuentemente sin aumento del aducto y del cavo del antepie. En la mayoría de nuestros casos la corrección del antepie fué permanente. La aducción del antepie recidivó a menos de 20 grados en menos de la cuarta parte de nuestros casos. Corregía fácilmente con manipulación y dos o tres yesos. Yo he observado severa recidiva del aducto del antepie en sólo dos casos. Estos fueron corregidos mediante capsulotomías en la articulación de Lisfranc resultando en rigidez y dolor en la vida adulta, lo que ha sido también reportado por otros (Stark y cols. 1987).

La recidiva del cavo es usualmente moderada y responde bien a la manipulación y colocación de yesos correctores aplicando presión hacia arriba, bajo la cabeza del primer metatarsiano. Una fasciotomía plantar percutánea es raramente necesaria (solo en el 6 por ciento de los casos). La transferencia del tendón extensor largo del primer orjejo al cuello del primer metatarsiano puede ser realizada si es necesario corregir flexión plantar severa del mismo.

Las recidivas más importantes ocurren en el retropie y parecen estar relacionada a una retracción de los ligamentos posteriores y mediales del tobillo y del tarso, así como de las unidades músculotendinosas debido a la misma patología que causa la deformidad original (ver capítulo 5, Patogénesis). Sin embargo, el pie equino varo tratado quirúrgicamente, en el cual, al menos una parte de los ligamentos rígidos y contraídos son resecados y los tendones alargados, frecuentemente recidiva también (Goldner y Fisch, 1994), probablemente causado por la cicatriz quirúrgica retráctil y la fibrosis muscular persistente.

En general, la corrección original puede ser recuperada en cuatro a seis semanas con manipulaciones y yesos seriados cambiados semanalmente, manteniendo el pie en marcada abducción y máxima dorsiflexión del tobillo. Este tratamiento es seguido por una tenotomía del tendón de Aquiles cuando la dorsiflexión del tobillo es menor a 15 grados. El último yeso se deja tres a cuatro semanas. Cuando el yeso es retirado, se deben utilizar zapatos fijos a una barra en rotación externa durante las noches hasta que el niño tiene unos cuatro años de edad.

Para prevenir futuras recidivas, el tendón del músculo tibial anterior es transferido a la tercera cuña en niños mayores de dos años y medio de edad, si este tiende a supinar fuertemente el pie. Esta supinación frecuentemente sucede cuando el desplazamiento medial del escafoides no es corregido completamente y el ángulo astrágalo calcáneo en la vista anteroposterior es menor a veinte grados. Transferir el tendón del tibial anterior evita futuras recidivas manteniendo la corrección del varo del talón, mejorando el ángulo astrágalo calcáneo anteroposterior, por lo que se reduce importantemente la necesidad de una liberación medial abierta. La transferencia del tendón del tibial anterior es una operación sencilla, que daña mucho menos el pie que la liberación de las articulaciones del tarso. El tendón del tibial anterior no debería nunca dividirse, para no perder su poder de eversión, ni tampoco debe transferirse al quinto metatarsiano o al cuboides porque podría evertir excesivamente el pie causando una severa pronación del pie y valgo del talón.

Los siguientes dos casos servirán de ilustración:

El pie equino varo bilateral de una niña prematura de siete meses de gestación, se corrigió en un mes, mediante manipulación y cuatro cambios de yesos. Al retirar el último par de yesos no había zapatos disponibles para la férula debido a los pies tan pequeños de la paciente (figuras 45A, 45B y 45C). Se solicitó a la madre que regresara a la clínica en una semana para fabricar unos zapatos a la medida. Para mi sorpresa, la deformidad había recurrido casi al mismo grado que la que tenía originalmente (Figura 45D y 45E). Entonces, el pie equino fue corregido con manipulación y tres yesos correctores. Después de lograr la corrección se colocó una férula, la cual fué descontinuada una semana después por sus padres. Tres meses después, la deformidad había recurrido en un grado mínimo en el pie derecho y solo a veinte grados de supinación en el pie izquierdo. Aunque anatómicamente menos severa, la recidiva esta vez era más rígida. La velocidad de la recidiva disminuyó pocas semanas después del nacimiento. Los pies fueron corregidos otra vez con manipulaciones y tres yesos. Esta vez los padres usaron la férula tiempo completo durante dos meses y después durante la noche solamente. A los catorce meses de edad los pies tenían una apariencia normal y la bebé caminaba bien (Figs 45F y 45G). Ella usará la férula durante la noche por al menos un año más.

Los pies equino varos severos de un bebe de un mes de nacido fueron corregidos en dos y medio meses con siete yesos correctores y tenotomía del Tendón de Aquiles. (Figs 46A y 46B). La férula fue usada tiempo completo por tres meses y en forma nocturna durante cuatro años. A los cinco años de edad los pies permanecían bien corregidos (Figura 46C). En su siguiente visita, dos años después, la deformidad había recidivado en ambos pies (Fig 46D). La recidiva era más severa en el pie derecho y requirió de tres yesos correctores, de los dedos a la ingle, así como la transferencia del tibial anterior a la tercera cuña, para lograr su corrección. La recidiva fué menos severa en el pie izquierdo. Este fue corregido con la aplicación de tres yesos (Fig 46E). A los 35 años de edad sus pies son plantígrados, indolores y funcionales.

En el pie izquierdo el talón estaba en cinco grados de varo y el arco plantar era más alto que en el derecho (Figs 46F, 46G, 46H, y 46I). El ángulo astrágalo calcáneo media 16 grados en el derecho y 14 grados en el izquierdo. El escafoides estaba medialmente desplazado un poco más en el derecho.

Referencias

- Goldner, J.L. and Fitch, R.D. (1994). Classification and evaluation of congenital talipes equinovarus. In, *The clubfoot*, (ed. G.W. Simons). Springer-Verlag, New York.
- Ponseti, I.V. and Smoley, E.N. (1983). Congenital club foot: the results of treatment. *J. Bone Joint Surg.*, **45A**, 261.
- Stark, J.G., Johanson, J.E., and Winter, R.B. (1987). The Heyman-Herndon tarso-metatarsal capsulotomy for metatarsus adductus: results in 48 patients. *J. Pediatr. Orthop.*, **7**, 305.

Fig. 45A y 45B Pie equino varo bilateral en una bebé prematura de 7 meses de edad. **45C** El pie fue corregido en 4 semanas con manipulaciones y yeso. No se utilizó la férula después de este tratamiento.



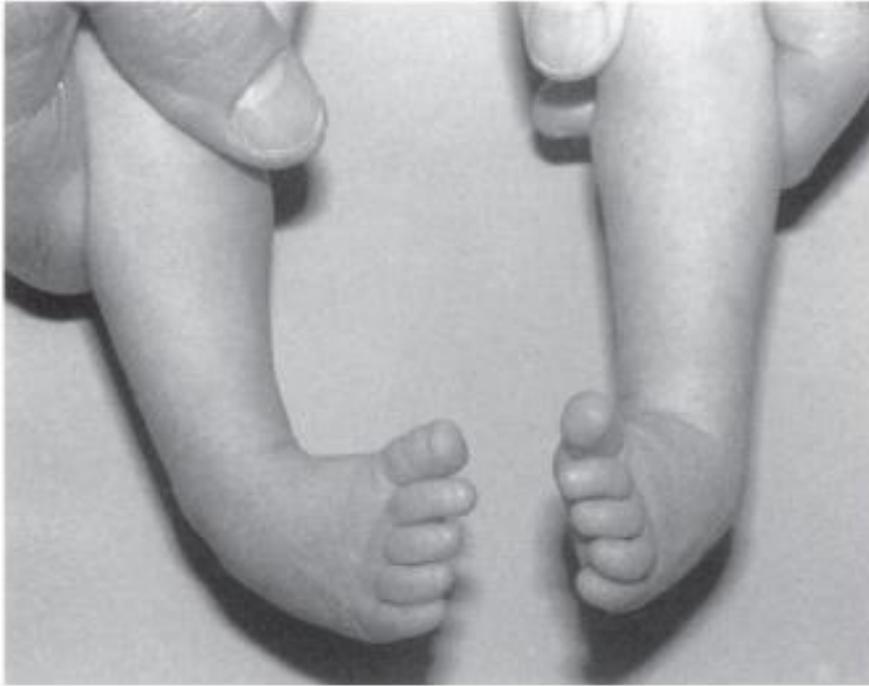
A



B



C



D



E

Fig. 45D y 45E. La deformidad recidivó en una semana.



F

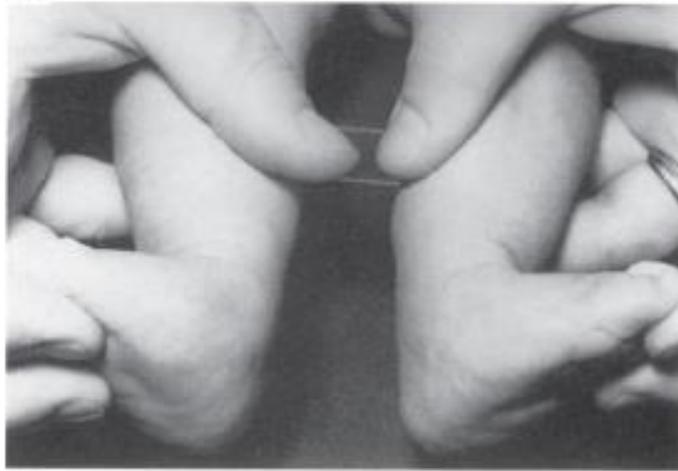


G

Fig. 45F y 45G. A los 14 meses de edad los pies lucen normales y el niño camina bien (ver el texto).



A



B

Fig. 46A y 46B Pie equino varo bilateral en un bebe de un mes de edad (A) fueron corregidos en dos meses y medio (B).

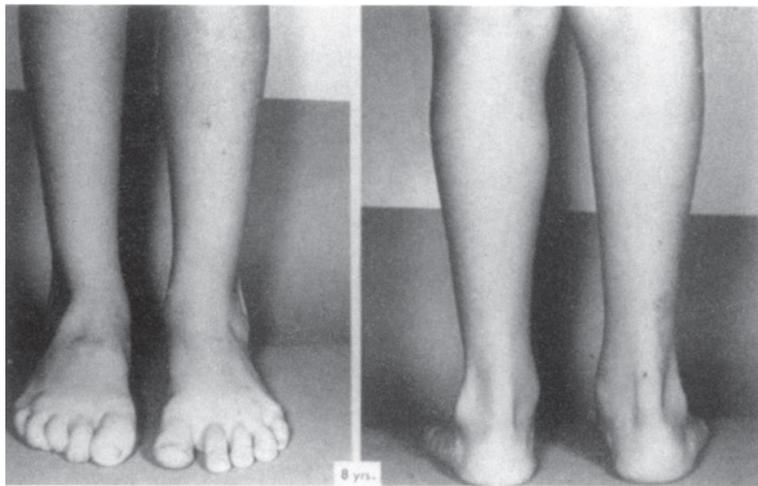


Fig. 46C A los cinco años de edad los pies continúan corregidos.



D

Fig. 46D A los 7 años de edad la deformidad ha recidivado en ambos pies, el tratamiento esta descrito en el texto.



E

Fig. 46E A los 8 años de edad los pies estaban bien corregidos.



F

Fig. 46F A los 35 años de edad los pies son plantígrados, indoloros y funcionales.



H



I

Fig. 46G, 46H y 46I Radiografías anteroposterior y lateral de ambos pies mostrando algo de cavo en el izquierdo y ángulos astrágalo calcáneo menores a lo normal. En las radiografías anteroposteriores la articulación de la primera cuña-primer metatarsiano esta inclinado en el plano postero-medial. Los espacios articulares son normales.

9

Resultados del Tratamiento

La evaluación de los resultados funcionales del tratamiento del pie equino varo requiere seguimiento hasta la vida adulta. Los resultados de los estudios de seguimiento hasta antes de la adolescencia no son de mucho valor, porque la mayoría de los niños con defectos en los pies no se quejan, su resistencia y actividad son ilimitadas. La rigidez articular y debilidad muscular no son tan limitantes en los niños como en los adultos. Los resultados clínicos deben evaluarse después de los cinco años de edad cuando las recidivas dejan de ser frecuentes.

Una gran número de casos severos de pie equino varo tratados por nosotros desde la infancia, se han estudiado para su evaluación en cuatro ocasiones. Se incluyeron en nuestros estudios de seguimiento los pacientes que requirieron cuatro o más cambios de yeso para su corrección. Los casos con deformidades leves no se han incluido en nuestros estudios de seguimiento. Algunos pacientes se incluyen en los cuatro estudios, mientras que otros, los que no regresaron a la ciudad de Iowa para la evaluación, no se incluyeron.

La primera evaluación, que hicimos Eugene N. Smoley y yo, de los pacientes tratados entre 1948 y 1956 fué publicada en 1963. De 1948 a 1956 tratamos 286 casos de pie equino varo en niños normales. No se incluyeron en nuestro estudio 149 pacientes inicialmente tratados en otras clínicas y que se refirieron a nuestro hospital para mejorar su deformidad, ni 46 pacientes con pie equino varo leve corregidos con manipulaciones simples y la aplicación de uno a tres moldes de yeso. De los restantes 91 pacientes con pie equino varo severo no tratado, 24 se perdieron durante el seguimiento. Fuimos, por lo tanto, capaces de evaluar los resultados del tratamiento en 67 pacientes con un total de 94 pies equino varos. La edad de los pacientes al inicio del tratamiento osciló entre una semana a seis meses, siendo el promedio de un mes. Muchas variaciones en el grado de rigidez estaban presentes. Se requirió de cinco a diez (promedio 7.6) yesos por períodos de 5 a 12 semanas (promedio de 9.5 semanas) para la corrección de todos los componentes del pie equino varo. En 74 de los 94 pies se realizó tenotomía percutánea del tendón de Aquiles. Radiografías anteroposterior, lateral y fotografías de los pies de todos los pacientes se hicieron antes del tratamiento, después de retirar el último yeso, y en la última evaluación clínica, esta última tuvo lugar cinco a trece años después del tratamiento inicial.

En 53 pies (56 por ciento) la deformidad recidivó una o más veces y requirió de más tratamiento. Una recidiva del equino fue observada en 18 pies. En ocho de estos pies, el tendón de Aquiles había sido seccionado durante el tratamiento inicial. Las recidivas fueron tratadas con una segunda sección percutánea del tendón de Aquiles en 10 pies, en 8 pies se realizó una elongación abierta del tendón de Aquiles. Se realizó una transferencia del tendón tibial anterior al dorso del pie en 39 de los pies después de la segunda o tercera recidiva. La operación fue exitosa en treinta pies, pero persistió el varo del talón entre 1 y 10 grados en nueve pies. Las nueve fallas de la transferencia del tendón tibial anterior para corregir la deformidad en varo del talón pueden ser secundarias a errores quirúrgicos (ruptura de los alambres, aflojamiento de los puntos de sutura de seda, sitio equivocado de inserción). Una flexión plantar excesiva del primer metatarsiano, o deformidad del primer orjejo en gatillo se observó en seis pies. Esta deformidad se produjo antes de la transferencia en tres pies y después de la transferencia en otros 3 pies. Se realizó una liberación medial en un pie después de presentar recidiva por segunda vez y en dos pies después de la tercera.

La deformidad en cavo recidivó en 6 pies. Se realizó fasciotomía plantar percutánea en tres pies. El extensor largo del primer orjejo se transfirió al cuello del primer metatarsiano en tres pies. Un pie tuvo una recidiva severa de la aducción del antepié y fue tratado con capsulotomías de la articulación de Lisfranc. Esta operación causó rigidez severa en el pie. De los 94 pies estudiados con pie equino varo, se logró corrección clínica y radiográfica en 67 pies (71 por ciento); 26 pies tenían un varo residual de 0 a 10 grados y sólo 0 a 10 grados de dorsiflexión del tobillo. Un pie tuvo un resultado pobre con 12 grados de varo del talón y 22 grados de aducción del antepié. Ningún niño presentó dolor y todos podían caminar de

puntas. En un segundo estudio, (Ponseti y Campos, 1972), reportamos nuevas observaciones sobre nuestro tratamiento del pie equino varo, enfatizando el efecto de la transferencia del tendón del tibial anterior en la permanencia de la corrección. Examinamos y tomamos radiografías de los pies de 34 pacientes entre 9 y 20 años de edad (promedio 16 años), con un total de 58 pies operados. De éstos, 43 pies tuvieron una transferencia del tendón tibial anterior a la tercera cuña y 15 al cuboides. Esta transferencia al cuboides causó sobrecorrección en 10 pies, y en 2 de ellos con un grave pie plano valgo, el tendón tuvo que ser transferido de nuevo a la segunda cuña, además de realizarles un bloqueo óseo de Grice (Grice, 1952). De los 43 pies, con la transferencia tendinosa a la tercera cuña, cuatro tenían una supinación persistente que fue tratada mediante liberación medial de tejidos blandos uno a tres años después de la transferencia. Uno de ellos necesitó una triple artrodesis 10 años después. Treinta y tres pies estaban bien alineados. En 15 pies el talón se encontraba en menos de 10° de varo. En diez pies el talón estaba en menos de 10 grados de valgo. El antepié se corrigió en todos menos en 3 pies que tenían entre 10 y 20 grados de aducción. Una tendencia a presentar deformidad en gatillo del primer orjejo del pie se observó en 12 pies. Ninguno de los pacientes tenía dolor o se quejaba de sus pies. La mayoría de ellos estaban participando en atletismo en la escuela secundaria. Todos podían caminar de puntas. Se observó algo de rigidez articular y debilidad muscular en los pies en que se realizó liberación medial de tejidos blandos.

Un tercer estudio, realizado por Sterling J. Laaveg, de 70 pacientes con 104 pies equinovaros tratados bajo mi dirección y con un seguimiento de 10 a 27 años después del tratamiento, se publicó en 1980. Elegimos los pacientes que tenían menos de 6 meses de edad al momento de la presentación y que no habían sido tratados previamente en otro lugar. La edad promedio al momento del seguimiento era de 18.8 años. El objetivo era determinar si nuestro tratamiento le dió al paciente un pie funcional, sin dolor. Tratamos de correlacionar la opinión de los pacientes sobre la apariencia y función de los pies tratados; tanto con el método de tratamiento como con los resultados radiográficos.

De los 104 pies equino varos, 13 fueron tratados solo con manipulación y yesos, 42 fueron tratados con yesos y elongación del tendón de Aquiles (93 por ciento de las elongaciones fueron percutáneas bajo anestesia local), 48 fueron tratados con una transferencia del tibial anterior a la tercera cuña, y uno fue tratado con una transferencia del tendón tibial posterior al dorso del pie a través de la membrana interósea. De los 48 pies tratados con transferencia del tendón tibial anterior, dos no tuvieron otro procedimiento, a 29 se les realizó además elongación del tendón de Aquiles; y 17 tuvieron una variedad de procedimientos quirúrgicos, incluyendo transferencia del tendón extensor largo del primer orjejo al cuello del primer metatarsiano (diez pies), fasciotomía plantar (seis pies), liberación posteromedial (cuatro pies), liberación posterior del tobillo y subastragalina (tres pies), transferencia del tendón extensor común de los dedos a los metatarsianos (tres pies), y triple artrodesis (dos pies).

La edad promedio de los 70 pacientes al inicio del tratamiento fue de 6.9 semanas, el número promedio de yesos utilizados durante el tratamiento inicial fue de 7, la duración media del tratamiento inicial con yeso fue de 8.6 semanas, el número promedio de yesos utilizados para todos los tratamientos (tratamiento inicial y el tratamiento de las recidivas) fué de 9, y el tiempo promedio de uso de la férula nocturna fue de 49.5 meses.

Cincuenta y cinco (53 por ciento) de los pies tratados no tuvieron recidiva, 49 pies (47 por ciento) presentaron alguna recidiva a una edad promedio de 39 meses; 25 tuvieron una segunda recidiva, a una edad promedio de 53 meses; diez presentaron una tercer recidiva a una edad promedio de 63 meses; y tres tuvieron una cuarta a una edad promedio de 77 meses.

Cada paciente del estudio llenó un cuestionario con información relativa a su nivel de actividad, participación deportiva, dolor en el pie, problemas con el calzado, apariencia del pie, y satisfacción con el resultado final. Se les realizó un examen neurológico y ortopédico a todos los 70 pacientes, en el que se registraron la fuerza de los músculos del muslo, pierna y pie, junto con la postura, la marcha y el movimiento del pie y tobillo. Se midió la longitud de las extremidades, la circunferencia de la pierna, la longitud y anchura del pie. Se realizó un análisis con una placa sensible a la presión, para determinar la localización de la fuerza de reacción resultante pie-piso en ambos pies durante la marcha.

Se realizaron radiografías anteroposterior y lateral de los pies con el paciente de pie. En las radiografías AP, medimos el ángulo anteroposterior astrágalo-calcáneo y el ángulo entre los ejes longitudinales del calcáneo y el quinto metatarsiano, de acuerdo con el método de Beatson y Pearson (1996). Usando el mismo método en las radiografías laterales, medimos el ángulo astrágalo-calcáneo y el ángulo entre los ejes longitudinales del primero y quinto metatarsianos. Se calculó el índice astrágalo-calcáneo, el cual es la suma del ángulo astrágalo-calcáneo anteroposterior y lateral como fué descrito por Beatson y Pearson. El ángulo astrágalo calcáneo en la vista anteroposterior refleja el varo-valgo del talón; el ángulo anteroposterior entre el calcáneo y el quinto metatarsiano mide la magnitud del metatarso aducto, el ángulo lateral entre el primer y quinto metatarsiano muestra el grado de cavo.

Los pies normales de los 28 pacientes con deformidad unilateral se utilizaron como controles. Comparamos las variables clínicas y radiográficas en todos los pies normales y en todos los pies equino varos. La funcionalidad y la satisfacción de los pacientes con los resultados como se indica en su respuesta al cuestionario se correlacionó con la edad del paciente al inicio del tratamiento, el número total de yesos, el número de recidivas, el grado de dorsiflexión del tobillo, el grado de pronación y supinación del pie, la posición del talón, la aducción de la parte anterior del pie al estar de pie, los ángulos astrágalo-calcáneo anteroposterior y lateral, y el índice astrágalo-calcáneo. Se identificaron niveles de correlación significativa con la prueba de t a un nivel de de 0.05.

En todos los pacientes con pie equino varo unilateral, el pie normal era más largo y más ancho que el pie afectado y la circunferencia de la pierna fue mayor en el lado normal que en el lado con el pie equino varo. Por otro lado la longitud de las extremidades, era la misma. La diferencia promedio entre las longitudes de los pies era de 1.3 cm; en la anchura, 0.4 cm; y entre la circunferencias de las piernas, 2.3 cm.

Un sistema de clasificación de los resultados funcionales fué diseñado, con 100 puntos indicando un pie normal. Estos incluyen una puntuación máxima de 30 puntos para la intensidad de dolor; 20 puntos cada uno para el nivel de satisfacción del paciente y el grado de actividad; y 10 puntos cada uno para el movimiento del pie, el tobillo y la posición del talón durante la postura y la marcha (Tabla 2).

Los resultados fueron clasificados de acuerdo a los puntajes de la siguiente manera: excelente, de 90 a 100 puntos; buena, de 80 a 89 puntos; regular 70 a 79; y pobres, menos de 70 puntos. Los resultados fueron calificados como excelentes en el 54 por ciento de los pies, buenos en 20 por ciento, regulares en 14 por ciento, y pobres en un 12 por ciento.

La calificación funcional promedio para los 104 pies fue de 87.5 puntos, con una desviación estándar de 11.7 puntos y un rango de 50 a 100 puntos. El promedio de los pies tratados solo con yesos fue de 93.9 puntos; y de 92.4 puntos para los pies tratados con yeso y elongación del tendón de Aquiles; y de 80.5 puntos para los pies tratados con yeso, elongación del tendón de Aquiles y transferencia del tibial anterior, una calificación mucho más baja que las calificaciones promedio de todos los otros pies. Como era lógico esperar, los resultados no fueron tan buenos en los pies más resistentes que requirieron más tratamiento.

Cincuenta y nueve por ciento de los 70 pacientes indicaron que sus pies nunca dolían, un 24% tenían dolor leve ocasional después de actividades vigorosas, un 9% tenía dolor ocasional durante las actividades rutinarias. Ninguno de los 104 pacientes tenía dolor al caminar. El setenta y dos por ciento no tenía ninguna limitación de la actividad, y el 18% tenía limitación leve de la actividad. El ochenta y nueve por ciento afirmó que su pie equino varo corregido tenía apariencia normal o casi normal, y 99% fueron capaces de usar zapatos normales del mismo tamaño.

Table 2 Functional rating system for clubfoot

Category	Points
Satisfaction (20 points)	
I am	
(a) very satisfied with the end result	20
(b) satisfied with the end result	16
(c) neither satisfied nor unsatisfied with the end result	12
(d) unsatisfied with the end result	8
(e) very unsatisfied with the end result	4
Function (20 points)	
In my daily living, my club foot	
(a) does not limit my activities	20
(b) occasionally limits my strenuous activities	16
(c) usually limits me in strenuous activities	12
(d) limits me occasionally in routine activities	8
(e) limits me in walking	4
Pain (30 points)	
My club foot	
(a) is never painful	30
(b) occasionally causes mild pain during strenuous activities	24
(c) usually is painful after strenuous activities only	18
(d) is occasionally painful during routine activities	12
(e) is painful during walking	6
Position of heel when standing (10 points)	
Heel varus, 0° or some heel valgus	10
Heel varus, 1–5°	5
Heel varus, 6–10°	3
Heel varus, greater than 10°	0
Passive motion (10 points)	
Dorsiflexion	1 point per 5° (up to 5 points)
Total varus–valgus motion of heel	1 point per 10° (up to 3 points)
Total anterior inversion–eversion of foot	1 point per 25° (up to 2 points)
Gait (10 points)	
Normal	6
Can toe-walk	2
Can heel-walk	2
Limp	-2
No heel-strike	-2
Abnormal toe-off	-2

El setenta y dos por ciento de los pacientes estaban muy satisfechos con el resultado final de su tratamiento, el 19 por ciento estaban satisfechos, y sólo el 4 por ciento no estaba satisfecho.

El promedio de dorsiflexión del tobillo (31 grados en los pies normales; 13 grados en los pies equino varos), movimiento del talón en varo-valgo (39 grados en el pie normal, 26.8 grados en los pies equino varos), y la inversión-eversión de la parte anterior del pie (65 grados en los pies normales, 52.1 grados en los pies equino varos) eran entre una y dos desviaciones estándar inferiores en las extremidades con pies equino varos corregidos, que en las extremidades normales. Los pies que fueron tratados con transferencia del tibial anterior tenían movilidad significativamente menor que en aquellos a quienes no se les realizó la transferencia. La posición promedio del talón en los pies equino varos al estar parados fue de 1 grado de desviación en valgo, y no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos. El promedio del metatarso aducto, al estar de pie fue de 2.8 °.

Los 70 pacientes podían caminar sin cojear y también podían caminar de puntas. El cavo se corrigió por completo en el 90% de los pies mientras que el 10% aún tenía un discreto cavo. Una baja calificación funcional se relacionó con una disminución de la dorsiflexión del tobillo, y con el movimiento de inversión-eversión del antepié.

Las radiografías de los pies equino varos tratados revelaron que los valores medios para el ángulo anteroposterior astrágalo-calcáneo (14.5 grados), el ángulo lateral astrágalo-calcáneo (20.9 grados) y el índice astrágalo-calcáneo (36.5°) eran por lo menos una desviación estándar menos que los valores promedio correspondientes a los pies normales (20, 25 y 53 grados, respectivamente). No hubo diferencias significativas en el promedio del ángulo anteroposterior astrágalo-calcáneo y el índice astrágalo-calcáneo de los pies con una calificación funcional excelente, buena, regular y mala. Por el contrario, el promedio del ángulo astrágalo-calcáneo en la lateral, era significativamente diferente en cada grupo. En los pies normales la media del ángulo lateral fue de 33 grados; en los pies corregidos, calificados como excelentes, el ángulo fue de 22.4 grados; en los clasificados como buenos fue de 20.5 grados; en los regulares de 18.4 grados; y en los pobres fue de 17.4 grados. La calificación funcional y la satisfacción de los pacientes se correlacionó importantemente con los rangos de movilidad del tobillo y el pie, la apariencia del pie, la cantidad de dolor, el nivel de actividad, y el ángulo lateral astrágalo-calcáneo.

Un análisis con placa de presión de los pacientes se llevó a cabo en los Laboratorios Biomecánicos de Ortopedia, bajo la dirección del Dr. Richard A. Brand comparando el centro de trayectoria de la presión, es decir, la ubicación de la resultante vertical de la fuerza de contacto pie-piso durante la marcha en sujetos normales y en aquellos con pie equino varo corregido (Brand et al. 1981). Del grupo de pacientes que estudié con Laaveg, 44 pacientes con edad entre 13 y 26 años (promedio 20.6 años) fueron seleccionados al azar. El patrón del centro de presión durante la marcha fue determinado con una placa de presión piezoeléctrica de Kitsler. Este dispositivo, junto con una computadora PDP-12, determinó la ubicación de la fuerza resultante vertical de contacto del pie en el piso. Alfombrillas para el pie de Harris fueron colocados en las placas de presión y los pacientes fueron instruidos para caminar descalzos por la placa a un paso cómodo. Los patrones del centro de presión se superponen en sujetos normales y en pacientes con pie equino varo corregido con diversas calificaciones funcionales. También se trazó el centro de las rutas de presión para aquellos pacientes que tenían el ángulo lateral Astrágalo calcáneo más bajo (promedio 16 grados) y el ángulo anteroposterior astrágalo-calcáneo más bajo (promedio 7 grados).

Nuestros estudios en adultos normales, demuestran una constante en la forma del área de contacto pie-piso y confirman la observación previa de que el centro de trayectoria de la presión es bastante constante en los pies normales. Todos los pies equino varos tratados eran plantígrados, y a pesar de que las áreas de contacto de los pies eran más anchas que las de los pies normales, el centro de las rutas de presión no estaban por lo general más cerca de la cara externa del pie que en sujetos normales. Los pacientes con pie equino varo tratado, no tenían a caminar con el pie invertido, ni tenían callosidades en la cara lateral de la planta. Los resultados funcionales mas bajos tenían mas variabilidad en los patrones del centro de presión dentro de los diversos grupos. Sin embargo, algunos de los patrones en todos los grupos funcionales parecían prácticamente normales, lo que sugiere que el patrón del centro de presión no siempre distingue los pies normales de los pies tratados. Los pacientes con pie equino varo generalmente no comienzan el choque del talón tan atrás como lo hacen las personas normales. Esto es probablemente debido a la dorsiflexión limitada del tobillo en el grupo de pacientes con pie equino varo.

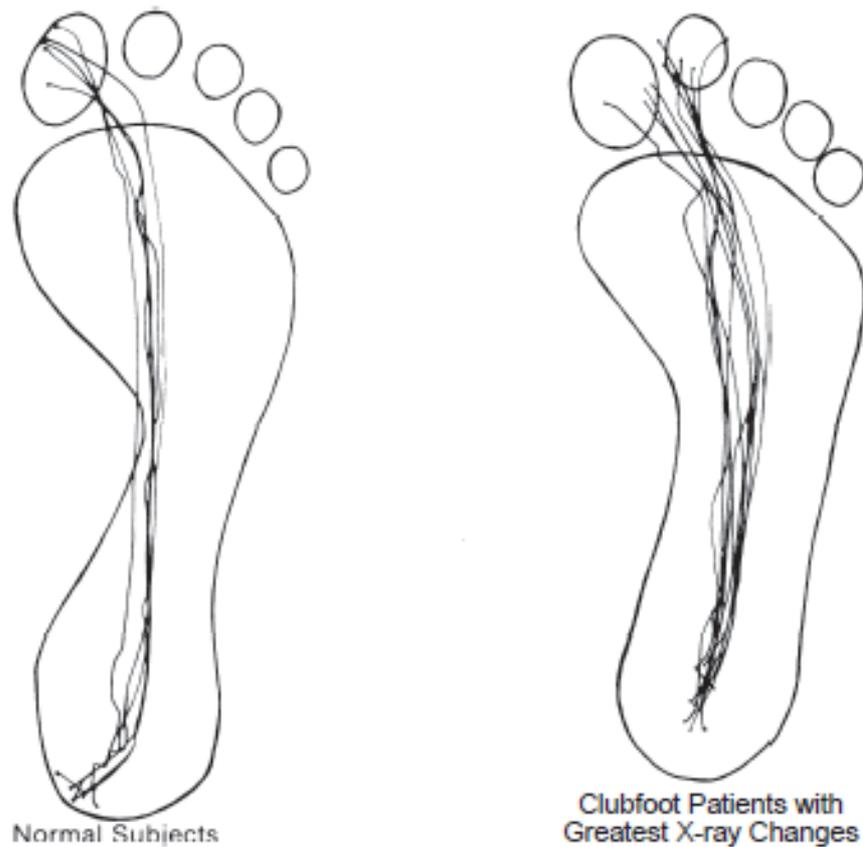


Fig. 47 Centro de los patrones de presión en sujetos normales y en los pacientes con pie equino varo que tenían los mayores cambios radiográficos.

No parecía haber ninguna correlación entre los resultados radiológicos determinados por los ángulos astrágalo-calcáneo anteroposterior y lateral y los patrones del centro de presión (Fig. 47). Los patrones del centro de presión no eran lo suficientemente sensibles para poder distinguir entre los pacientes tratados; o incluso en ocasiones entre pacientes y sujetos sanos, todos ellos con los pies plantígrados. Sin embargo, no tuvimos la oportunidad de estudiar a adultos con deformidades residuales severas. Es posible que el patrón del centro de presión sea muy anormal en estos pacientes. La incapacidad para distinguir claramente entre los pacientes con diferentes calificaciones funcionales no se correlacionó con el hecho de que todos nuestros pacientes funcionaban bien.

En el cuarto estudio, llevado a cabo por los doctores Douglas M. Cooper y Frederick R. Dietz en 1992-93, (ver Cooper y Dietz, 1995), los pacientes con pie equino varo tratados en nuestro hospital entre 1950 y 1967 fueron contactados. Cuarenta y cinco pacientes, 26 con deformidad bilateral y 19 con unilateral (total 71 pies equinovaros) y con edades entre 25 y 42 años (promedio 34 años), regresaron a nuestra clínica para una evaluación completa. En treinta de los 71 pies se había realizado una transferencia del tibial anterior. Diecisiete de estos pacientes habían sido evaluados en los años setenta por el Dr. Laaveg y por mí.

Se les pidió a los pacientes llenar un cuestionario solicitando información acerca de su ocupación, educación, dolor, función y el grado de satisfacción con los resultados. Se sometieron a un extenso examen clínico y radiográfico. Ningún cambio importante se percibe en las respuestas de los 17 pacientes a los cuestionarios dados en 1987 y en 1992. Sin embargo, diez pacientes tenían callosidades, la mayoría de ellas bajo la cabeza del cuarto y quinto metatarsianos. Doce pacientes presentaron dolor a la palpación: cinco alrededor de la articulación del tobillo, tres a lo largo de la fascia plantar, tres en la cabeza de los metatarsianos, y uno en la inserción del tendón de Aquiles. Todos los pacientes podían caminar de puntas. Tres no podía caminar de talones debido a dorsiflexión limitada. La fuerza de todos los músculos de la pierna y el pie en los 71 pies equinovaros, fue calificada con 5 en una escala de 5

puntos. La fuerza del músculo tibial anterior en 25 de 30 tendones transferidos fue calificado también en 5, en los otros cinco tendones transferidos fue clasificado con 4 +,

Al comparar las radiografías tomadas en los años setenta con radiografías de los mismos pacientes tomadas en 1993 encontramos que en sólo dos pacientes habían aumentado los cambios artrósicos. Estos cambios consistían en discreto crecimiento de los osteofitos en el dorso del cuello del astrágalo.

Algunas pruebas adicionales fueron realizadas durante el estudio de 1993. Un electrogoniómetro (Elgon tobillo-pie, Therapeutics Unlimited, de la Ciudad de Iowa, Iowa) con los marcadores colocados en la tibia proximal anterior, en el escafoides y en la segunda cuña fueron utilizados para medir con precisión la movilidad activa y pasiva del pie y tobillo (Fig. 48). El análisis electrogoniométrico reveló una disminución de la dorsiflexión pasiva y activa, flexión plantar e inversión en el pie equino varo, al compararlo con los pies normales. La eversión pasiva y activa no era significativamente diferente (ver Fig. 22. Capítulo 4). La dorsiflexión, inversión y eversión al caminar era menor que en los pies normales. No se encontró diferencia en la flexión plantar entre los pies equino varos corregidos y los pies normales. Los pies equino varos corregidos tenían un promedio de 9 grados de dorsiflexión al caminar, solo 4 grados menos



Fig. 48 Electrogoniómetro para medir la movilidad del pie y tobillo.

que los pies normales. Los pies equino varos tenían 3 grados de eversión menos y 1 grado de flexión plantar más que los pies normales durante la marcha.

Para determinar la flexibilidad general de los pies, se utilizó un digitalizador para medir el área (centímetros cuadrados), dentro de la gama de movimiento activo y pasivo. El área de movimiento pasivo fue notablemente menor en el pie equino varo (29 cm²) que en los pies normales (61 cm²) (Fig. 49).

Se les pidió a los pacientes caminar en una pedobarógrafo (EMED-SF, Novel GMBH, Munich, Alemania), un sistema que funciona con sensores de presión calibrados individualmente. Los valores se obtuvieron del área total de presión máxima (centímetro cuadrado), la presión pico de la imagen de presión máxima (Newtons por centímetro cuadrado), fuerza total para normalizar el peso corporal en la imagen de presión máxima, la presión del tiempo integral (Newtons-segundo por centímetro cuadrado), y tiempo de la fuerza integral normalizada para el peso corporal. Estos parámetros fueron elegidos para evaluar diferentes tipos de energía que el pie tiene que absorber. Se consideraron cinco áreas del pie: talón, mediopié, cabezas metatarsianas, primer orjejo del pie y orjejos laterales. Se obtuvieron valores separados para cada zona, así como para todo el pie. Los pies normales de los 19 pacientes con pie equino varo unilateral se usaron como controles. Las diferencias entre los pies normales y los pies equino varos se encontraron en regiones específicas del pie. El talón del pie equino varo tenía un pico de presión

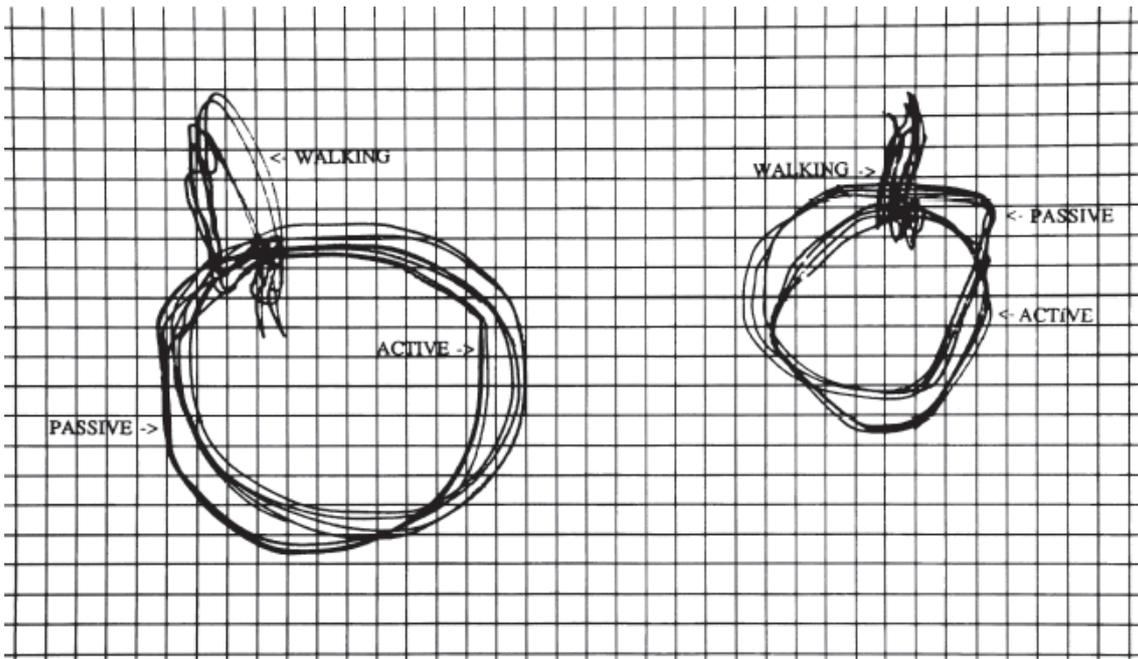


Fig. 49 Los rangos de movilidad activa y pasiva en un pie normal (izquierdo) y en un pie equino varo tratado (derecha), al ser medidos con el electrogoniómetro muestran un menor rango de movimiento para el pie equino varo que en los pies normales. Al caminar, sin embargo, solo se requiere un pequeño rango de movimiento y por lo tanto no se aprecia una diferencia entre el pie normal y el pie equino varo bien tratado.

menor, así como la fuerza total en la presión máxima en comparación con los pies normales. En la cabeza de los metatarsianos había un área más pequeña de presión máxima que en los pies normales. En comparación con los pies normales, los dedos laterales de los pies equino varos mostraron una mayor área total de presión máxima y una integral mayor de tiempo y fuerza, lo que sugiere una discreta transferencia lateral de la carga de peso. Estos hallazgos indican que la limitación de la dorsiflexión en los pies equino varos al caminar, resulta en una transferencia de peso del talón hacia la parte media del pie. Que esta transferencia de peso no es debido a la deformidad en mecedora es apoyada por el hecho de que el arco es ligeramente más alto como se ve en las radiografías de los pies equino varos. Ninguna de las diferencias arriba mencionados afectan la función del pie sano.

Debido a que el dolor en los pies es común en la vida adulta, los Drs. Cooper y Dietz compararon los pacientes tratados, con un grupo de individuos sin pie equino varo congénito. A noventa y siete pacientes del área de espera del Departamento de Oftalmología, que no tenían deformidades congénitas en los pies, y que estaban dentro del rango de edad de nuestros pacientes, se les pidió llenar un cuestionario sobre la función y dolor en el pie, idéntico al que se usó en nuestro grupo de estudio. Basándose en las respuestas del grupo normal, se establecieron criterios para clasificar funcionalmente los pies en excelentes, buenos y pobres. Un pie excelente no limita las actividades de la vida diaria y nunca es doloroso o sólo causa dolor leve ocasionalmente. Un pie bueno es uno que limita las actividades de la vida diaria ocasionalmente o duele después de actividades intensas. Un pie pobre limita las actividades diarias del paciente o la marcha, o es doloroso durante las actividades diarias, al caminar, o por la noche.

Al comparar esta población con pies normales, a nuestros pacientes tratados con pie equino varo los resultados fueron los siguientes: Sesenta y dos por ciento de los pies equino varos eran excelentes; el 16 por ciento eran buenos, y pobres el 22 por ciento. En los sujetos normales el sesenta y tres por ciento fueron excelentes, el 22% eran buenos y el 15% eran pobres. No hubo diferencias significativas en el desempeño funcional de los pacientes al compararlos con los de una población que nació con los pies normales. El cincuenta y cuatro por ciento de los pacientes con pie equino varo participaban en actividades deportivas al menos una vez por semana en comparación con el 40 por ciento de los sujetos normales. Veintiseis por ciento de los pacientes con pie equino varo sentían que podían caminar cualquier distancia, sin molestias en los pies, contra el 45 por ciento de los pacientes normales.

A los pacientes con pie equino varo se les pidió que se pararan en un pie y se pararan de puntas rápidamente hasta un número máximo de 40 repeticiones o hasta que sintieran dolor moderado o fatiga en el gastrosóleo. Cincuenta y dos (74 por ciento) de los 71 pies equino varos tratados fueron capaces de hacer 40 repeticiones rápidas en comparación con el 94% de los pies normales.

Aunque existen diferencias marcadas entre los pies tratados y los normales en casi todas las mediciones, muy pocas de estas diferencias ayudan a diferenciar los resultados funcionales buenos de los malos. Los factores que mostraron correlación estadísticamente significativa entre un buen o excelente resultado en comparación con un mal resultado fueron: ocupación, la dorsiflexión pasiva medida clínicamente, la integral del tiempo total de la presión del pie y la cantidad de repeticiones al pararse de puntas rápidamente.

Al analizar el empleo, se encontró un 92% de excelentes y buenos resultados y solo 8% de malos resultados en el grupo de profesionistas; comparado con 60% de resultados excelentes y buenos, y 40% de pobres resultados en el grupo de obreros. Es comprensible que los pacientes cuyos trabajos ponen gran demanda sobre los pies presentan molestias, mientras que aquellos con ocupaciones sedentarias no.

La dorsiflexión pasiva medida clínicamente era de 7 grados para el grupo de excelentes y buenos y 4 grados para el grupo con resultados pobres. Las mediciones pedobarográficas revelaron que el grupo excelente y bueno tenía un promedio de tiempo total de presión del pie integral de 27 Ns/cm² en comparación con 21 en el grupo de pobres resultados. El análisis de la prueba de pararse rápidamente de puntas reveló que el grupo excelente y bueno llegaba a un promedio de 38 repeticiones en comparación con 28 para el grupo de pobres resultados.

Todas las demás mediciones, incluyendo el rango de movimiento, mediciones pedobarográficas y los ángulos medidos en las radiografías, no se correlacionaron con los excelentes, buenos y malos resultados. El rango de movimiento utilizado al caminar es una fracción del rango de movimiento disponible en el pie normal. En nuestro pacientes tratados con pie equino varo logramos más movimiento que el necesario para caminar y para las actividades normales. Esto explica la falta de correlación entre la movilidad de los pies y los resultados en nuestros pacientes tratados, que aunque tienen una movilidad limitada, son totalmente funcionales.

Del mismo modo, la falta de correlación entre los resultados de nuestro tratamiento y las mediciones radiológicas indican que, aunque muchos de nuestros

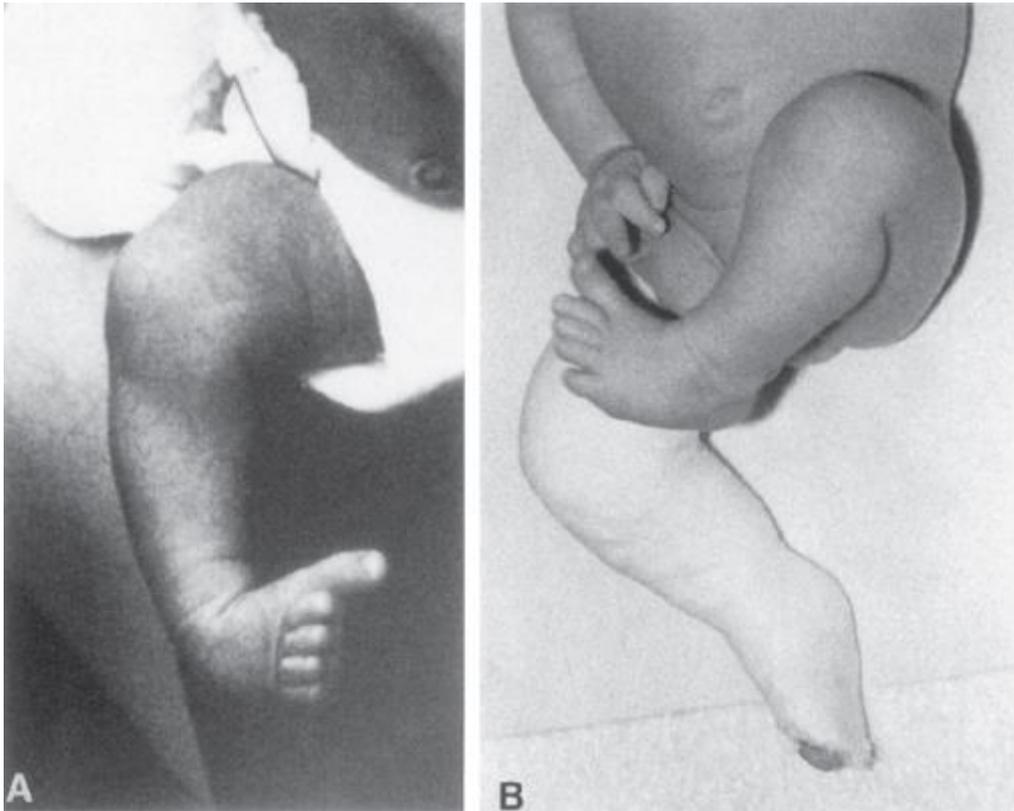


Fig. 50A Pie equino varo derecho, en una bebé de 3 semanas tratada con manipulaciones y 6 yesos y una tenotomía percutánea del tendón de Aquiles.

Fig. 50B A las cuatro semanas el pie equino varo derecho está inmovilizado en un yeso corrector. El metatarso aducto presente al nacimiento en el pie izquierdo ha aumentado. Se manejó con manipulación y 3 yesos. La niña usó una férula de abducción nocturna durante 4 años.

pies tratados no están totalmente corregidos, la alineación obtenida con el tratamiento produce buenos resultados. Aunque es importante corregir los ángulos ástragalo-calcáneo tanto como sea posible, no es indispensable para obtener un pie plantígrado, bien alineado y con buena función. Sin duda, un pie indoloro, bien alineado con buena función es mucho mejor que un pie con los huesos perfectamente alineados radiológicamente, pero con un rango reducido de movimiento debido a cicatrización, debilidad muscular y dolor. (Figs 50 y 51; vease también Fig. 46 Capítulo 7).

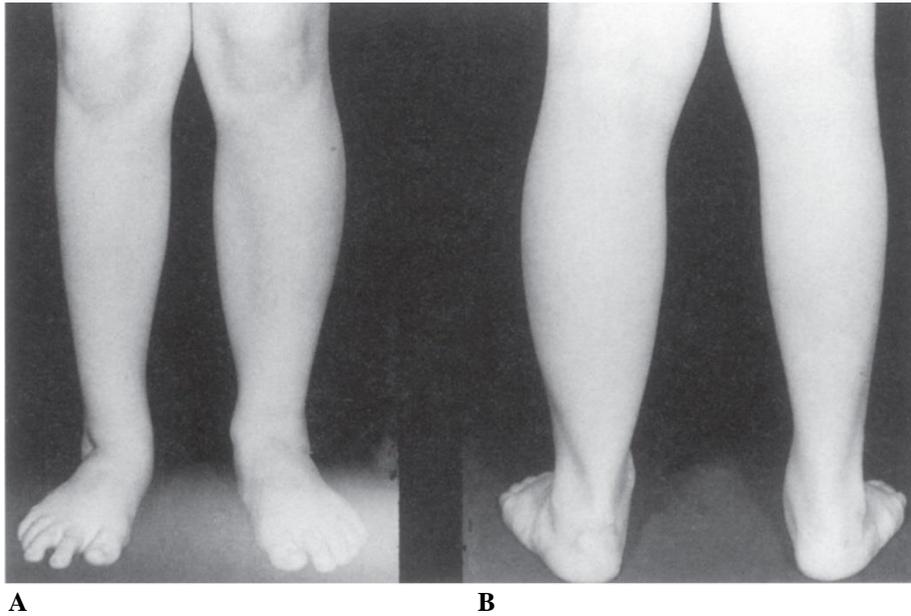
Una comparación entre los resultados de nuestros estudios a largo plazo de nuestros casos severos (con la exclusión de los casos leves que se corrigieron con menos de 4 yesos) y los estudios de seguimiento a corto plazo de otras clínicas no es apropiado, ya que nuestros resultados se basan en la corrección de la deformidad, haciendo énfasis en la satisfacción del paciente y la funcionalidad indolora hasta la vida adulta; nuestro tratamiento es principalmente manipulación con cirugía limitada para mantener la corrección en los casos más graves. En otras clínicas el tratamiento es principalmente quirúrgico, incluyendo cirugías extensas de liberación articular, generalmente después de un período de manipulación inadecuada, y colocación de yesos que no corrigen la deformidad (Bensahel et al 1987; Otremski et al. 1987). Además, a los sistemas de evaluación “les hace falta un sistema de graduación universalmente aceptado para comparar los resultados” como nos lo ha hecho ver Cummings et al. (1994). Adicionalmente la mayoría de los estudios de seguimiento son a corto plazo y la valoración de sus resultados deriva principalmente de mediciones radiográficas y la presencia o ausencia de dolor como una medida del éxito, y no de la función del pie. No existe correlación



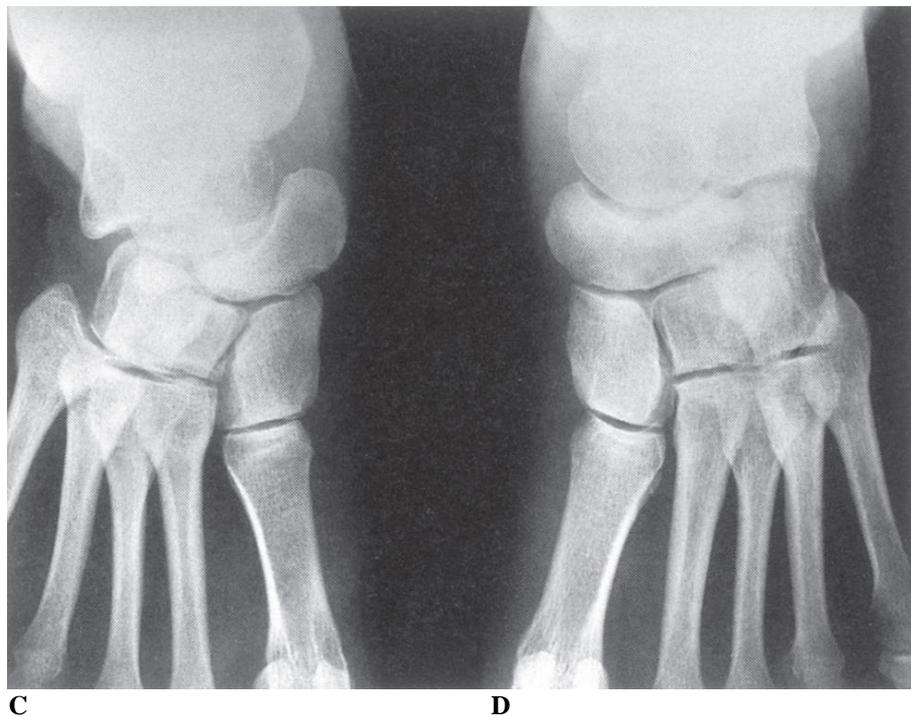
Figs 50C, 50D y 50E A los 30 años de edad, ambos pies son normales a excepción de un discreto valgo del talón izquierdo. La circunferencia de la pantorrilla derecha es 1 cm menor que la izquierda. Al pararse de puntas el menor volumen del gastrocnemio derecho se eleva un poco más proximal que el izquierdo.



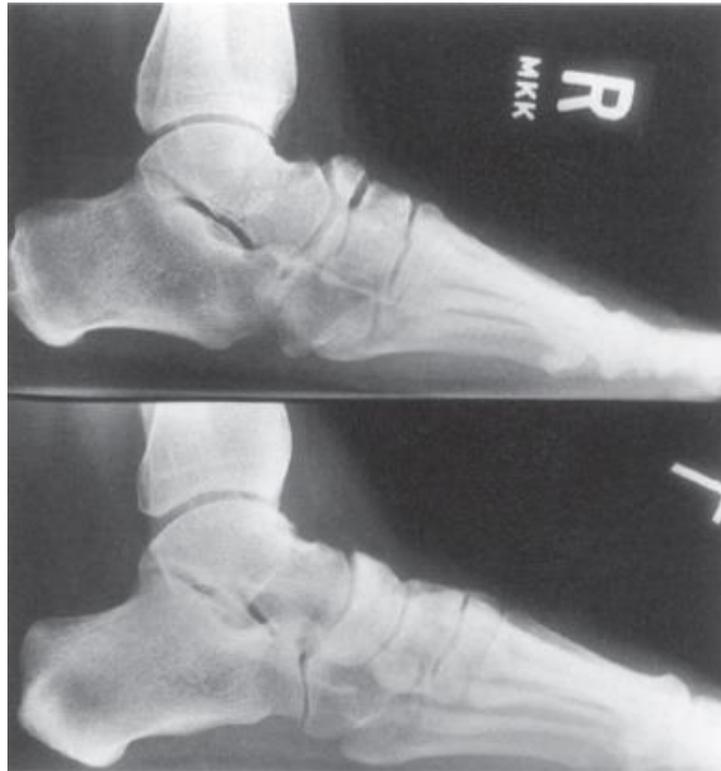
Figs 50F, 50G y 50H Radiografías con apoyo de ambos pies. La alineación de los huesos es normal. La articulación subastragalina en el pie derecho (G) es anormal.



Figs 51A y 51B Una mujer obesa de 35 años, tratada a las dos semanas de edad con 6 yesos por un pie equino varo congénito. La pierna con el pie equino varo tiene mucho menos grasa que la pierna normal. La circunferencia de la pantorrilla derecha es 4 cm más pequeña que la izquierda. La movilidad del pie derecho es casi normal, a excepción de limitación de la dorsiflexión del tobillo a la posición neutra. Ella no tiene dolor.

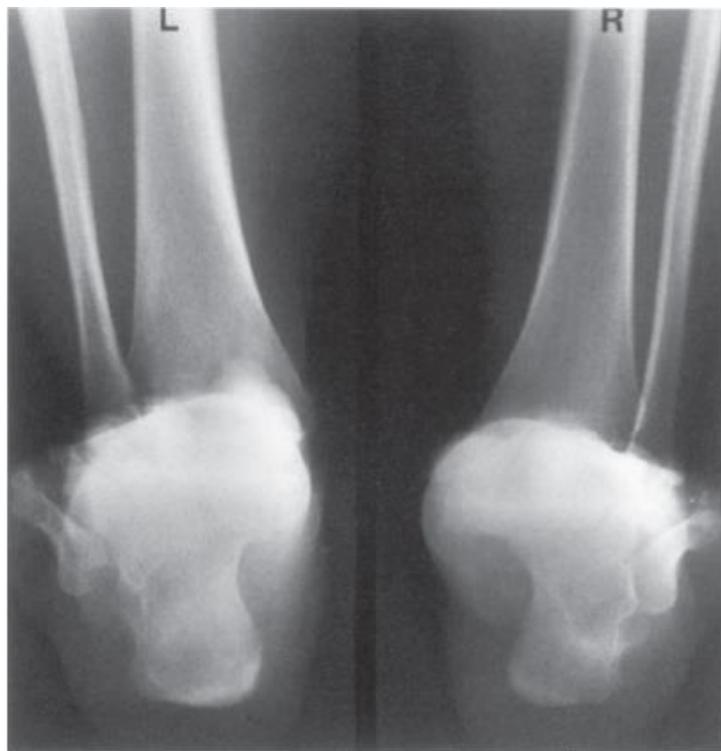


Figs 51C y 51D Radiografías con apoyo que muestra el desplazamiento medial más severo del escafoides en toda nuestra serie. El ángulo astrágalo calcáneo mide 21 grados en el pie derecho y 28 en el izquierdo. En la derecha existe inversión del mediopie, como lo evidencia la sobreposición de las cuñas y el cuboides. El antepie está en su posición normal y bien alineado con el retropie.



E

Fig. 51E En la vista lateral la distancia entre la tibia y el calcáneo en el pie derecho está acortada y la articulación subastragalina es muy anormal.



F

Fig. 51 F En la proyección para ver la alineación del retropie, el calcáneo está en posición neutral en ambos pies.

entre los valores de los ángulos medidos en las radiografías y los resultados funcionales obtenidos con nuestro tratamiento. Además la presencia o ausencia de dolor no es un criterio adecuado cuando se aplica a los niños, ya que el dolor no se presenta regularmente, ni siquiera en pacientes con pie equino varo no tratados hasta después de la adolescencia o aún más tarde en la vida; y los estudios de seguimiento disponibles no llegan más allá de la adolescencia (Turco 1981, 1994, Ricciardi-Pollini et al, 1984; Simons 1985; Bensahel 1990) . Es lamentable que hasta recientemente, no había estudios de seguimiento a largo plazo de los resultados de la cirugía en el pie equino varo, aunque la cirugía de liberación posteromedial se ha realizado desde la época de Codivilla, a principios de este siglo hasta la actualidad (Codivilla 1906).

En 1985, Hutchins et al. (1985) reportaron los resultados de 252 pies tratados con liberación posteromedial temprana con seguimiento durante un promedio de 15 años y 10 meses, la serie más larga de los seguimientos a corto plazo. Usando nuestro sistema de clasificación obtuvieron resultados satisfactorios en el 81% de los casos, pero excelentes y buenos resultados en sólo 57% de los casos. El atribuye los malos resultados a la limitada movilidad del tobillo debido al aplanamiento del astrágalo. Esto sugiere que el mayor daño a los huesos puede ser resultado de las extensas liberaciones, a diferencia de una manipulación cuidadosa. En 1990, Aronson et al. (1990) compararon diferentes tipos de tratamiento. Ellos encontraron que los pies tratados con yeso o yeso más elongación del tendón de Aquiles terminaron con menor deformidad y discapacidad. También encontraron que la liberación posteromedial mejoró el índice astrágalo calcáneo, pero reducía la movilidad del tobillo y la fuerza de flexión plantar, en comparación con los grupos manejados con yeso. Un estudio reciente de seguimiento a largo plazo de Dobbs et al. (2006) de 46 pacientes con 73 pies equino varos idiopáticos tratados quirúrgicamente con un promedio de 30 años, muestra una severa limitación funcional en la mayoría de los pacientes. Tenían dolor, osteoartritis en las articulaciones del tarso, debilidad, rigidez y dificultad para caminar. Reportaron que el promedio de actividad física (PCS) que mide el impacto de la sensación de bienestar del paciente era equivalente o peor que lo que experimentan aquellos pacientes con enfermedad renal terminal, insuficiencia cardíaca congestiva, o dolor de columna cervical y radiculopatía. Estas observaciones coinciden con la experiencia que he tenido desde los años cuarenta con la cirugía extensa para tratar el pie equino varo. Nuestros resultados funcionales y de satisfacción de los pacientes mejoraron mucho cuando aprendimos a corregir el pie equino varo con nuestras técnicas de manipulación y colocación de yeso

No se observó un deterioro en la condición de los pies en el último estudio, al compararlos con la condición de los mismos pies estudiados 16 años antes. Más estudios de seguimiento, serán necesarios para determinar si la condición de los pies tratados con nuestra técnica empeoran con la edad.

Referencias

- Aronson, J. and Puskarich, Ch.L. (1990). Deformity and disability from treated clubfoot. *J. Pediatr. Orthop.*, **10**, 109.
- Beason, T.R. and Pearson, J.R. (1966). A method of assessing correction in club feet. *J. Bone Joint Surg.*, **48B**, 40.
- Bensahel, H., Catterall, A., and Dimeglio, A. (1990). Practical applications in idiopathic clubfoot: a retrospective multicentric study in EPOS. *J. Pediatr. Orthop.*, **10**, 186.
- Bensahel, H., Csukonyi, C., Desgrippes, Y., and Chaumien, J.P. (1987). Surgery in residual clubfoot. *J. Pediatr. Orthop.*, **7**, 145.
- Brand, R.A., Laaveg, S.J., Crowninshield, R.D., and Ponseti, I.V. (1981). The center of pressure path in treated clubfeet. *Clin. Orthop.*, **160**, 43.
- Codivilla, A. (1906). Sulla cura del piede equino-varo congenito. Nuovo metodo di cura cruenta. *Arch. Chir. Orthop.*, **23**, 254.
- Cooper, D.M. and Dietz, F.R. (1995). Treatment of idiopathic clubfoot. A thirty year follow-up note. *J. Bone Joint Surg.*, **77A**, 1477.
- Cummings, R.J., Hay, R.M., McCluskey, W.P., Mazur, J.M., and Lovell, W.W. (1994). Can clubfeet be evaluated accurately and reproducibly? In *The Clubfoot*, (ed. G.W. Simons), Springer-Verlag, New York.
- Dobbs, M.B., Nunley, R., and Schoenecker, P.L. (2006). Long-term follow-up of patients with clubfeet treated with extensive soft-tissue release. *J. Bone Joint Surg.*, **88A**, 986.
- Grice, D.S. (1952). An extra-articular arthrodesis of the subastragalar joint for correction of paralytic flat feet in children. *J. Bone Joint Surg.*, **34A**, 927.
- Hutchins, P.M., Foster, B.K., Patterson, D.C., and Cole, E.A. (1985). Long term results of early surgical release in clubfeet. *J. Bone Joint Surg.*, **67B**, 791.
- Laaveg, S.J. and Ponseti, I.V. (1980). Long-term results of treatment of congenital club foot. *J. Bone Joint Surg.*, **62A**, 23.
- Otremski, I., Salama, R., Kermosh, O., and Weintraub, S. (1987). An analysis of the results of modified one stage posteromedial release for the treatment of clubfeet. *J. Pediatr. Orthop.*, **7**, 149.
- Ponseti, I.V. and Campos, J. (1972). Observations on pathogenesis and treatment of congenital clubfoot. *Clin. Orthop.*, **84**, 50.
- Ponseti, I.V. and Smoley, E.N. (1963). Congenital club foot. The results of treatment. *J. Bone Joint Surg.*, **45A**, 261.
- Ricciardi-Pollini, P.T., Ippolito, E., Tudisco, C., and Farsetti, P. (1984). Congenital clubfoot results of treatment of 54 cases. *Foot Ankle*, **5**, 107.
- Simons, G.W. (1985). Complete subtalar release in clubfeet. Part II. *J. Bone Joint Surg.*, **67A**, 1056.
- Turco, V.J. (1981). *Clubfoot*. Churchill-Livingstone, New York.
- Turco, V.J. (1994). Present management of idiopathic clubfoot. *J. Pediatr. Orthop.* Part B. **3**, 149.

10

Estudio Radiológico de Pies Equinovaro Tratados

En 1981, los Drs. George Y. El Khoury, Ernesto Ippolito, Stuart L. Weinstein, y yo evaluamos las radiografías de 32 pacientes, 21 masculinos y 11 femeninos, con deformidad en equino varo unilateral, con edades entre 14 y 32 años (promedio 20 años) (Ponseti et al. 1981). El pie equino varo fué manejado con manipulación y yesos solamente en ocho pacientes y en 24 se agregó una Tenotomía del Tendón de Aquiles. Diez de ellos tuvieron una recidiva tratada con nueva manipulación del pie y transferencia del tendón del tibial anterior a la tercera cuña. El exámen radiográfico de los pies incluyó una radiografía anteroposteior de los pies con apoyo, dando 24 grados de angulación cefálica y radiografías laterales con apoyo (Templeton et al. 1965).

Usando el pie normal como control, los parámetros enlistados a continuación fueron evaluados en ambos pies y los datos obtenidos se analizaron en forma computarizada. La prueba de t pareada se utilizó para valorar el significado estadístico de los resultados.

Tibia. En las radiografías laterales del pie equino varo, pero no en la de los pies normales, se observó una inclinación posterior de la superficie articular de la tibia en 13 pacientes (39 por ciento), y aplanamiento del borde anterior de la tibia distal en 20 pacientes (63 por ciento) (Fig. 52).

Astrágalo. En los pies equino varos, la longitud del astrágalo medía entre 4.3 y 6.1 cms (prom. 5.4 cms). En los pies normales, media entre 4.3 y 6.8 cms. (prom. 5.7). La diferencia es estadísticamente significativa ($t=6.87$). Discreta a moderada disminución de la convexidad del domo del astrágalo se observó en la radiografía lateral de 18 de los 32 pies equino varos (56 por ciento), pero en todos los casos la curva de la tróclea era congruente con la superficie articular de la tibia. No tuvimos ningún caso de aplanamiento moderado o severo del domo del astrágalo (Dunn y Samuelson 1974). Las radiografías anteroposteriores de 12 pies equino varos (37 por ciento) mostraban un moderado aplanamiento de la cabeza del astrágalo en ocho pies y en forma de domo en cuatro (Fig. 53). En todos los pacientes el ángulo del cuello y el cuerpo del astrágalo en el pie equino varo era similar al del pie normal en la proyección anteroposterior y lateral. En la radiografía lateral, el tubérculo del astrágalo era menor en 18 pies equino varos (56 por ciento), al compararlos con el pie normal, contralateral (Fig. 55).



Fig. 52. Radiografías laterales de los pies de una mujer de 25 años con pie equino varo derecho, tratada con cinco yesos durante la infancia temprana. A los ocho años de edad, la deformidad estaba recidivando y fué tratada con una transferencia del tibial anterior a la tercera cuña. Actualmente, su resultado funcional es 94. En el pie equino varo (abajo), existe un aplanamiento del labio anterior de la tibia. El domo del astrágalo no es tan esférico como en el pie normal (arriba). En el pie equino varo, la cabeza y el tubérculo lateral del astrágalo son pequeños; el escafoides es plano y la distancia entre el tubérculo medial del escafoides y el maléolo medial es menor que en el lado normal.

Escafoides. El escafoides estaba acuñado en 17 pies equino varos (53 por ciento), y aplanando en 13 pies equino varos (40 por ciento). La mayoría de los pies equino varos tenía un desplazamiento medial del escafoides. La distancia entre el escafoides-maléolo medial en los pies equino varos varió entre 0.7 cm y 2.9 cm (prom. 1.4 cm) y en los pies normales era de 1.8 a 3.0 cms (prom. 2.4 cm). La diferencia es estadísticamente significativa ($t=9.2$) (Fig. 52). Discreta desplazamiento dorsal también se observó en las radiografías laterales en 11 pies equino varos (34 por ciento).

Calcáneo. En los pies equino varos, la longitud del calcáneo medía entre 6.5 y 8.8 cms (prom. 5.7 cms). En los pies normales, media entre 6.8 y 9.1 cms (prom. 7.8 cms). Esta diferencia es estadísticamente significativa ($t=3.37$). En la radiografía anteroposterior el cuboides en los pies equino varos estaba abducido frente al calcáneo con un ángulo promedio de 4.15 grados, mientras que en los pies normales el ángulo promedio era de 2.13 grados. La diferencia no es estadísticamente significativa ($t= 1.92$).

Cuñas. Las cuñas estaban desplazadas lateralmente y anguladas frente al escafoides en 19 pies equino varos, pero no en los pies normales. El grado de desplazamiento angular de las cuñas se determinó por el ángulo escafoides-primera cuña. Para construir este ángulo, se traza una línea a través del eje longitudinal de la primera cuña y otra línea se traza perpendicular al eje transversal del escafoides (Fig. 53). Un valor negativo significa abducción de las cuñas. El ángulo escafoides-primera cuña en los pies equino varos, varió de -53 a 0 grados (prom. -17 grados); en el pie normal varió de -17 a más 13 grados (prom. -1.7 grados). La diferencia es estadísticamente significativa ($t= 6.76$).

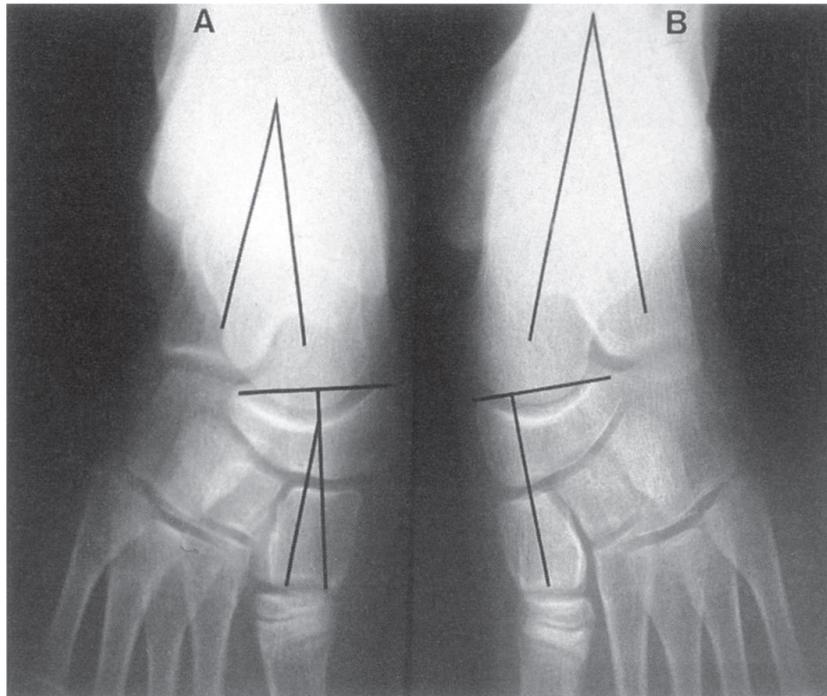


Fig. 53 Radiografías anteroposteriores de los pies en un masculino de 13 años con pie equino varo derecho tratado desde el nacimiento con cinco yesos y una tenotomía percutánea del Tendón de Aquiles. Su resultado funcional es 98. En el pie equino varo (A) el escafoides está desplazado medialmente en relación a la cabeza del astrágalo, y se aproxima al maléolo medial; la cabeza del astrágalo tiene forma de domo. El ángulo escafoides-primer a cuña mide -14 grados en el pie equino varo y 0 grados en el pie normal (B). El ángulo astrágalo calcáneo mide 20 grados en el pie equino varo y 23 grados en el pie normal.

Metatarsianos. La longitud del primer metatarsiano en el pie equino varo varió de 5.3 a 7.6 cms (prom. 6.54 cm) y en los pies normales de 5.5 a 7.9 cm (prom. 6.58 cm). La diferencia no es estadísticamente significativa ($t= 0.6$). La longitud del quinto metatarsiano en el pie equino varo varió de 5.5 a 9.4 cm (prom. 7.35 cm); y en el pie normal de 5.5 a 9.4 cm (prom. 7.37 cm). La diferencia no es estadísticamente significativa ($t= 0.51$).

Alineación del pie. El ángulo astrágalo-primer metatarsiano varió en el pie equino varo entre -10 a más 33 grados (prom. más 3.28 grados); en los pies normales varió de -20 a más 11 grados (prom. -3.37 grados). La diferencia es estadísticamente significativa ($t= 3.3$). El ángulo calcáneo-quinto metatarsiano en el pie equino varo varió entre -20 y más 20 grados (prom. -4 grados), y en el pie normal de -18 a más 5 grados (prom. -3.37 grados). Esta diferencia no es significativa ($t= 0.49$) (Fig. 54).

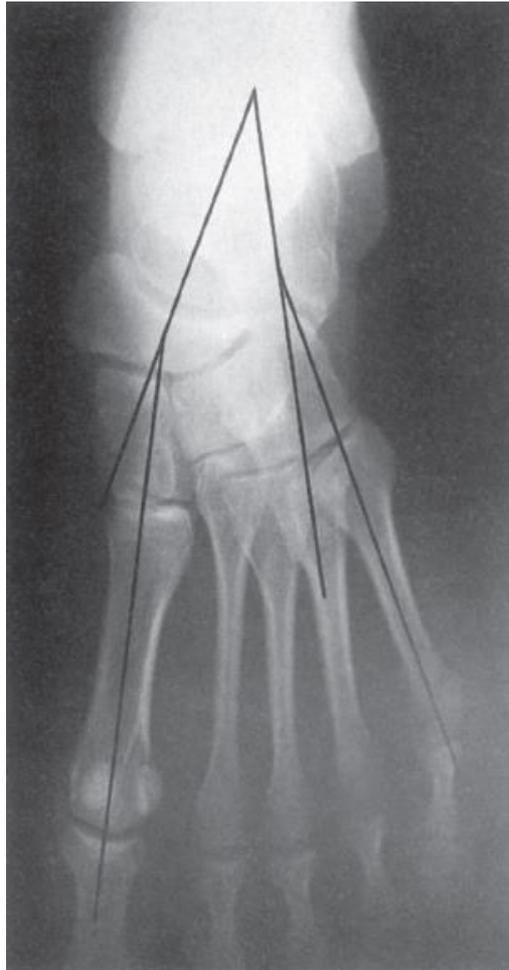


Fig. 54 Radiografía anteroposterior de un pie equino varo en una mujer de 20 años, mostrando los ángulos calcáneo-quinto metatarsiano y astrágalo-primer metatarsiano. Estos ángulos fueron usados para determinar la alineación del retropie con el antepie. Ambos ángulos medían -12 grados, indicando un grado leve de abducción del antepie en relación con el retropie. El escafoides está acuñado y medialmente desplazado.

Otras observaciones. En la radiografía lateral, la distancia entre el borde posterior de la tibia distal y la parte opuesta del borde superior del calcáneo en el pie equino varo varió de 1.1 cm a 2.6 cm (prom. 1.76 cm), y en los pies normales varió de 1.3 cm a 2.9 cm (prom. 2.02 cm). La diferencia es estadísticamente significativa ($t= 4.58$) (Fig. 55).

Se observó cavo en sólo 4 de los 32 pies equino varos, el ángulo entre el primer-quinto metatarsiano en la radiografía lateral varió entre 17 y 39 grados (prom. 27.7 grados). En los otros 28 pies equino varos y en los pies normales, el ángulo promedió 12 grados.



Fig. 55 Radiografía lateral de un pie equinovaro mostrando inclinación posterior de la superficie articular de la tibia. La esfericidad del domo del astrágalo está disminuída. La articulación subastragalina es marcadamente anormal con facetas posterior y medial continuas. No existe una faceta anterior demostrable. El seno del tarso es amplio y la cabeza del astrágalo es pequeña.

En los pies equinovaros, el ángulo calcáneo-astragalino en la radiografía anteroposterior varió de 4 a 25 grados (prom. 15.7 grados), y en los pies normales de 13 a 29 grados (prom. 20.7 grados). Esta diferencia es estadísticamente significativa ($t= 6.3$) (Fig. 53). El ángulo calcáneo-astragalino en los pies equinovaros en la radiografía lateral varió entre 10 y 34 grados (prom. 23.1 grados) y en los pies normales de 17 a 46 grados (prom. 31.6 grados). Esta diferencia es estadísticamente significativa ($t= 6.1$). El índice calcáneo-astragalino en el pie equinovaro varió de 16 a 51 grados (prom. 37.7 grados); y en los pies normales varió de 37 a 64 grados (prom. 52.3 grados). Esta diferencia es estadísticamente significativa ($t= 8.57$).

Las anomalías en el tamaño y configuración de las facetas articulares subastragalinas en los 16 pies equinovaros, se delinearon mejor con proyecciones especiales y tomografía computarizada. La faceta posterior era más pequeña y con una discreta angulación lateral e inferior, y el cartílago articular era de un grosor irregular en algunos casos. La faceta medial era más pequeña y en algunos casos convergía con la faceta posterior. La faceta anterior estaba ausente en la mayoría de los pies. El seno del tarso era mayor en los pies equinovaros (Fig. 55 y Figs. 56A y 56B).

En un estudio del resultado a largo plazo del metatarso aducto, Farsetti et al. (1994) observaron que en el 68% de sus pacientes el perfil de la articulación primera cuña-primer metatarsiano, se encontraba en un plano inclinado posteromedialmente.

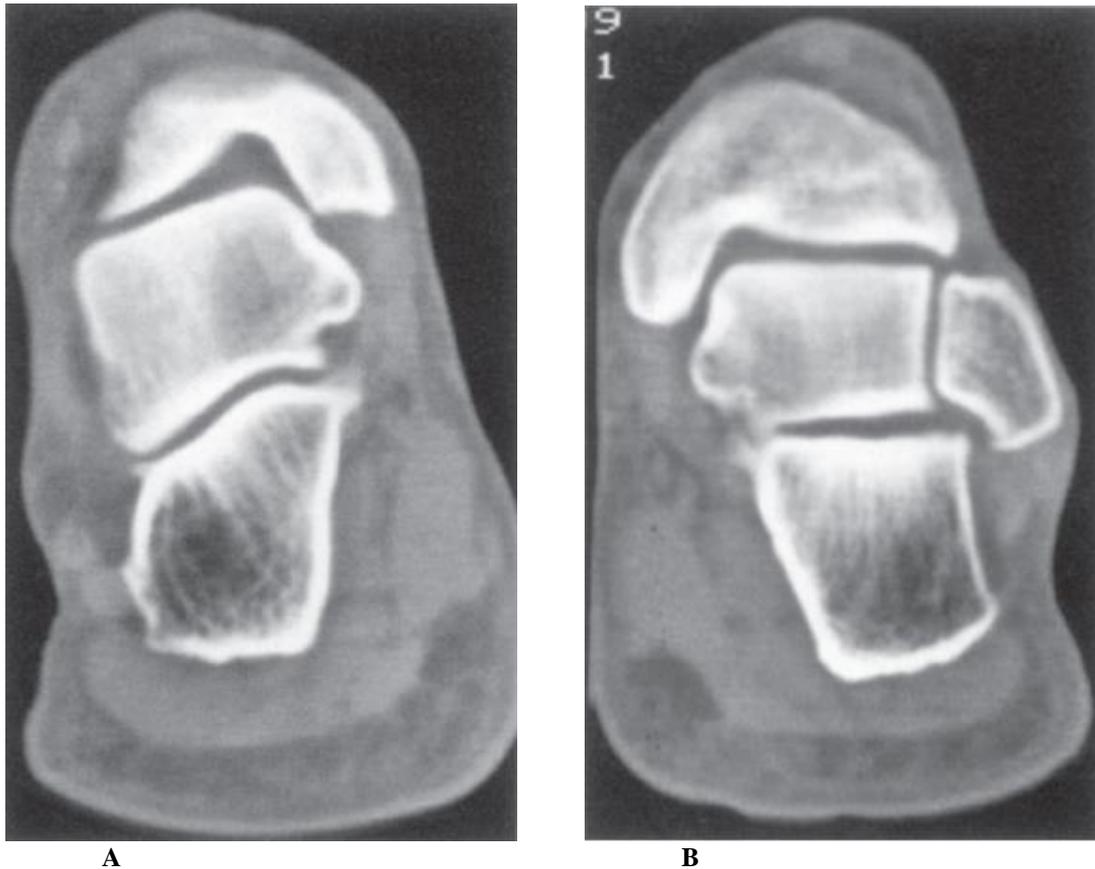


Fig. 56 A y 56 B Secciones coronales de un TAC del retropie de dos pacientes de 38 años con pies equino varos tratados en la infancia. La articulación subastragalina posterior en A está inclinada lateralmente hacia abajo. El grosor de la articulación subastragalina en B es irregular.

La alineación de esta articulación fué estudiado en radiografías de 114 pies equino varos tratados en 64 pacientes adultos. La línea articular en la radiografía AP estaba muy cerca de la perpendicular (ángulo de 90 grados) al eje longitudinal de la primera cuña en 98 pies y estaba moderadamente inclinada (ángulo promedio de 75 grados) en 16 pies (14 por ciento). Esta observación sugiere la presencia de metatarso aducto en algunos pacientes con pie equino varo (ver Fig. 46G, Capítulo 7).

Estudios Dinámicos. En 10 pacientes, se estudió la dinámica de ambos pies usando fluoroscopia para determinar el grado y tipo de movimiento del tobillo, subastragalina y articulación mediotarsiana. La distancia posterior tibio calcánea medida en la radiografía lateral, tomada con el pie en máxima flexión plantar, era la misma en el pie equino varo que en el pie normal; sin embargo, en dorsiflexión máxima la distancia posterior tibio calcánea era mayor que en el pie normal, y en algunos pacientes era hasta cinco veces mayor. El grado de dorsiflexión del tobillo, por lo tanto, estaba muy restringido en los pies equino varos.

Al supinar el pie equino varo, el grado de movilidad en aducción del calcáneo por abajo del astrágalo era similar al del pie normal. Sin embargo, al pronar el pie equino varo, la abducción del calcáneo más allá de la posición neutra se encontraba restringida. El arco de movilidad del escafoides estaba aún más restringido. Con pronación, la distancia escafoides-maléolo medial aumenta mucho más en un pie normal que en un pie equino varo. El valgo del talón y la pronación en un pie equino varo tratado también se encuentran restringidos. La movilidad del cuboides y la movilidad entre el escafoides y las cuñas en el pie equino varo no estaba restringida al compararla con la movilidad en el pie normal.

En las radiografías obtenidas durante la fluoroscopia, el grado de deslizamiento o de movimiento entre el astrágalo y el calcáneo en la articulación subastragalina del pie equino varo era similar al del pie normal al supinarlos; sin embargo cuando los pies eran pronados, el deslizamiento del calcáneo bajo el astrágalo estaba muy restringido en los pies equino varos. El arco de dorsiflexión del tobillo y la movilidad subastragalina estaban más limitados en los pies con resultados funcionales

menores a 90 puntos, con el ángulo astrágalo calcáneo por abajo de 16 grados, que en los pies con resultados funcionales mayores de 90 puntos.

Algunas de las deformidades residuales en los pies equino varos tratados encontradas en adultos son resultado del tratamiento y otras nos recuerdan deformidades presentes en los pies equinovaros de fetos y recién nacidos. El defecto en el borde anterior, y la inclinación posterior de la tibia distal, parecen estar relacionados a lo tenso de los ligamentos y tendones en la parte posterior y medial del tobillo y la subastragalina. Estas estructuras tensas limitan la dorsiflexión y pronación del talón. La cabeza del astrágalo por lo tanto no puede deslizarse hacia abajo entre el el escafoides y el sustentaculum, y por lo tanto ejerce presión excesiva en el borde anterior de la tibia, impidiendo el crecimiento óseo en el área circundante. Fuerzas compresivas similares, aplicadas al domo del astrágalo pueden resultar en disminución de su convexidad. Además, la longitud total del astrágalo estaba significativamente acortada en los pies equino varos, aumentando por lo tanto la posibilidad de contacto entre el cuello del astrágalo y el borde anterior de la tibia distal.

Las anomalías de la articulación subastragalina vistas en los estudios radiológicos de adultos, fueron observadas por nosotros en secciones obtenidas de los fetos con pies equino varos (Ippolito y Ponseti 1980) así como por otros investigadores, en infantes (Schlicht 1963; Waisbrod 1973; Simons 1977). Estos hallazgos nos llevan a concluir que el tamaño y la configuración de las facetas de la articulación subastragalina se determinan en la vida fetal y que el tratamiento no las modifica. Además, la restricción de la movilidad de la articulación subastragalina observada en los pies equino varos tratados, es resultado no solo de los ligamentos y tendones acortados, sino también del tamaño y configuración anormal de las facetas articulares de dicha articulación.

La severa rotación lateral del tobillo con desplazamiento posterior del peroné descrita por algunos autores (Swann et al. 1969) no se presentó en nuestros pacientes, excepto en grados menores durante los primeros años de nuestro tratamiento. Aunque muchos de nuestros pies equino varos tratados tenían disminuído el ángulo calcáneo-astragalino y un desplazamiento medial del escafoides, el varo del talón estaba bien corregido y una buena alineación del retropie con el antepie se obtenía por angulación y desplazamiento lateral de las cuñas junto con un discreto incremento en la angulación lateral del cuboides.

Las radiografías obtenidas en el estudio de seguimiento de 1993, revelaron cambios similares a aquellos observados en las radiografías de los mismos pacientes tomadas 16 años antes. Los cambios degenerativos que incluían algunos osteofitos en el dorso del cuello del astrágalo, el borde anterior de la tibia distal y en la articulación astrágalo-escafoidea, no aumentaron, a excepción de dos pacientes en los que los osteofitos sobre el cuello del astrágalo eran discretamente mayores. No existió disminución del espacio articular, ni se observaron otros signos de artritis degenerativa.

Referencias

- Dunn, H.K. and Samuelson, K.M. (1974). Flat top talus. A long-term report of 20 clubfeet. *J. Bone Joint Surg.*, **56A**, 57.
- Farsetti, P., Weinstein, S.L., and Ponseti, I.V. (1994). The long-term functional and radiographic outcomes of untreated and non-operatively treated metatarsus adductus. *J. Bone Joint Surg.*, **76A**, 257.
- Ippolito, E. and Ponseti I.V. (1980). Congenital clubfoot in the human fetus. A histological study. *J. Bone Joint Surg.*, **62A**, 8.
- Ponseti, I.V., El-Khoury, G.Y., Ippolito, E., and Weinstein, S. (1981). A radiographic study of skeletal deformities in treated clubfeet. *Clin. Orthop.*, **160**, 30.
- Schlicht, D. (1963). The pathological anatomy of talipes equinovarus. Australian and New Zealand. *J. Surg.*, **33**, 2.
- Simons, G.W. (1977). External rotational deformities in the clubfeet. *Clin. Orthop.*, **126**, 339.
- Swann, M., Lloyd-Roberts, G.C., and Catterall, A. (1969). The anatomy of uncorrected clubfeet. A study of rotation deformity. *J. Bone Joint Surg.*, **51B**, 263.
- Templeton, A.W., Mcalister, W.H., and Zim, I.D. (1965). Standardization of terminology and evaluation of osseous relationships in congenitally abnormal feet. *Am. J. Roentgenol.*, **93**, 374.
- Waisbrod, H. (1973). Congenital clubfoot: An anatomical study. *J. Bone Joint Surg.*, **55B**, 796.

11

Errores en el Tratamiento

Para evitar la mayoría de los errores en el tratamiento, los ortopedistas deben entender las siguientes tres características básicas del pie equino varo:

- Aunque todo el pie está en supinación extrema, el retropie está mucho más firmemente mantenido en aducción e inversión por los ligamentos y tendones acortados, que el antepie. De hecho, la mayoría de los ligamentos en la parte anterior del pie son normales al nacer y generalmente el antepie es flexible y no tan supinado como el retropie.
- El calcáneo, el escafoides y el cuboides están desplazados medialmente en forma severa, así como invertidos. El desplazamiento medial e inversión de los tres huesos, se corrige, primero abduciendo el pie en supinación alrededor del astrágalo. Luego reduciendo gradualmente la supinación a la posición neutra mientras se abduce más el pie. La principal fuerza correctora al manipular el pie equino varo, es por lo tanto la abducción del pie. Los intentos de pronar el pie más allá de la posición neutra es una maniobra equivoacada que se realiza comunmente.
- No es posible lograr una reducción anatómica de todos los elementos óseos del pie equino varo, pero tampoco esta es indispensable para lograr un pie bien alineado con resultados funcionales satisfactorios a largo plazo.

La tarea delicada de manipular un pie equino varo y aplicarle un yeso no puede ser delegada a asistentes sin supervisión. Esta debe ser realizada por un ortopedista experimentado que conozca la anatomía patológica de la deformidad y la técnica apropiada de corrección mediante manipulación, aplicada en los primeros meses de vida. Si este tratamiento inicial es equívoco, la corrección no solo falla, sino que la deformidad se complica, y el pie equino varo se hace más rígido y mucho más difícil o incluso imposible de corregir.

Los errores más comunes en la manipulación del pie equino varo, son:

1. Evertir el antepie, en lugar de supinarlo y abducirlo. La eversión del antepie produce un aumento del cavo el cual se vuelve rígido al contraerse y ensancharse la fascia plantar (ver Fig. 27, Capítulo 7).
2. Intentar corregir la supinación del pie, con pronación forzada. Esto produce que se venza el mediopie, debido a que el calcáneo permanece bloqueado en inversión por los tensos ligamentos mediales.
3. Intentar rotar externamente el pie, mientras que el talón está fijo en varo. Esto produce un desplazamiento posterior del maléolo lateral, al rotar el astrágalo en la articulación del tobillo. El desplazamiento posterior del maléolo lateral es una deformidad iatrogénica. No ocurre cuando el pie es abducido en flexión y discreta supinación para elongar los ligamentos tibioastragalinos y calcáneoescafoideos, permitiendo así la abducción del calcáneo bajo el astrágalo y la corrección del varo del talón.
4. Intentar corregir la aducción del pie, abduciendo el antepie contra presión en la articulación calcáneoocuboidea (Error de Kite). Esto bloquea la abducción del calcáneo y la reducción de la subluxación del cuboides. Además los ligamentos de la articulación de Lisfranc son elongados y debilitados, limitando la corrección del retropie (ver Fig. 28, Capítulo 7).
5. Intentar corregir el varo del talón, al evertir el calcáneo sin previamente abducir (rotar externamente) el calcáneo bajo el astrágalo.



A

Fig. 57 A Estas radiografías de un paciente con pie equino varo ilustran el desarrollo de un pie en mecedora, debido a los intentos de corregir el equino dorsiflexionando el antepie. El cuboides continuó desplazado medialmente. La deformidad mejoró al elongar el Tendón de Aquiles. A los 6 años de edad se realizó una transferencia del tibial anterior a la tercera cuña.



B

Fig. 57 B A los 26 años de edad, los pies se ven normales. Las pantorrillas son pequeñas y el paciente tiene algo de dolor en los pies al caminar más de 3 kilómetros.

6. Aplicar yesos por abajo de la rodilla, en lugar de yesos desde los dedos hasta la ingle; estos últimos se requieren para evitar la rotación del tobillo y el astrágalo. Ya que el pie debe ser mantenido en abducción bajo el astrágalo, éste no debe rotar. De otra manera, la corrección obtenida por la manipulación se pierde.
7. Intentar corregir el equino antes de corregir el resto de los componentes de la deformidad. Se producirá una deformidad en mecedora, lo cual evita la corrección del varo del talón (Fig. 57).
8. Intentar corregir el equino dorsiflexionando el antepie, en lugar de todo el pie, causando por lo tanto una deformidad del pie en mecedora.
9. Inmovilización prolongada del pie en el yeso, por tres o más semanas entre las manipulaciones. Esto resulta en osteoporosis y en una elongación excesiva de los ligamentos normales frente al escafoides y el cuboides, debilitando por lo tanto el brazo de palanca formado por la parte anterior del pie, necesaria para corregir las deformidades del tarso.
10. Inmovilización prolongada por muchos meses y manipulaciones bruscas. Esto daña el crecimiento de la epífisis distal de la tibia y lleva a acortamiento de la pierna.
11. Manipulaciones frecuentes que no son seguidas de inmovilización. Dichas manipulaciones son inefectivas. El pie debe ser inmovilizado en la posición que permita la máxima elongación de los ligamentos acortados, obtenida después de cada manipulación.



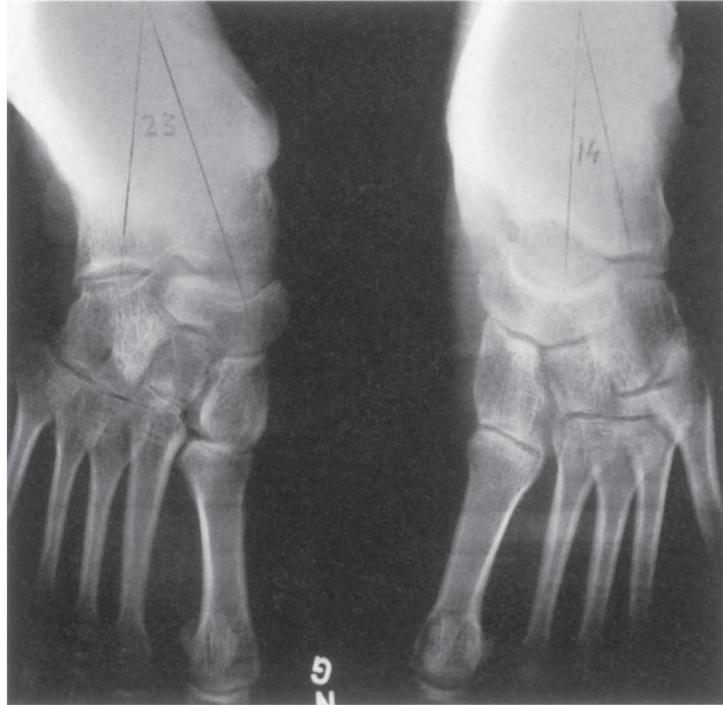
A



B

Figs 58 A y 58 B Este paciente de 36 años de edad con pie equino varo congénito bilateral y fué tratado en la infancia con manipulaciones y yeso. A los 6 años los pies se veían normales, pero el médico tratante le comentó a la mamá que se requería de cirugía para mejorar la posición de los huesos, al ver las radiografías. La mamá permitió la cirugía en un solo pie. Se realizó una liberación posteromedial en el pie derecho. Después de la cirugía el pie se volvió rígido y progresivamente más plano. Ahora el paciente tiene mucho más dolor en el pie operado y muy poca movilidad en las articulaciones mediotarsianas. Se le había indicado una triple artrodesis. El pie izquierdo es indoloro y está bien alineado.

Los yesos tienen tres propósitos: (1) Facilitar la remodelación de las articulaciones del tarso, (2) Mantener los ligamentos elongados y (3) Aflojarlos lo suficiente para facilitar la elongación subsecuente con la manipulación en intervalos de 5 a 7 días.



C

Fig. 58 C El ángulo astrágalo calcáneo medía 23 grados en el pie derecho y solo 14 grados en el izquierdo. El escafoides está bien alineado en el pie derecho y desplazado medialmente en el izquierdo. Sin embargo, el espacio articular astrágalo escafoideo está muy disminuído en el derecho y normal en el izquierdo.

12. Intentar obtener una corrección anatómica perfecta del desplazamiento del escafoides en los bebés con deformidad muy severa en equino varo. En esos casos, la aducción del pie y el varo del talón puede ser corregida por manipulación, sin cirugía radical, al abducir las cuñas frente al escafoide parcialmente reducido y al abducir el cuboide frente al calcáneo, además de transferir el tendón del tibial anterior a la tercera cuña. Esta corrección "falsa" es compatible con un pie completamente funcional y bien alineado. Solo algunos pocos pies equino varos muy severos, rígidos y que no responden a la manipulación, requieren de una corrección quirúrgica (Fig. 58).
13. El no utilizar zapatos fijos a una barra en rotación externa por tiempo completo durante tres meses y en forma nocturna por varios años hasta vencer la fibrosis retráctil y la tracción del tibial posterior.
14. Transferir el tibial anterior al quinto metatarsiano o al cuboide. Lo cual puede resultar en una eversión excesiva del pie.
15. Sacar el tendón del tibial anterior de su compartimento bajo el retináculo extensor superior al transferirlo. El tendón se retrae como una cuerda frente al tobillo.
16. Dividir el tendón del tibial anterior para insertar solo la mitad en la parte lateral del pie. Este procedimiento causa dorsiflexión del pie pero no corrige la supinación del pie. Para corregir la supinación del pie, todo el tendón debe ser transferido a la tercera cuña.



D



E

Fig. 58D y 58E El pie derecho (D) es muy plano y el espacio subastragalino es muy delgado. Hay osteofitos en el borde dorsal de la cabeza del astrágalo. En el pie izquierdo la articulación subastragalina tiene una configuración anormal pero el espacio articular está bien conservado.

12

Tratamiento del Pie Equinovaro Complejo

Estudios recientes de las mutaciones en la cadena pesada de la miosina fetal que ocasionan contracturas congénitas en el pie equino varo asociado a artrogriposis distal, sugieren que el pie equino varo congénito es una contractura congénita aislada que se desarrolla en el segundo trimestre del embarazo, causada por una mutación en la miosina fetal de los músculos flexores del pie. Se presenta fibrosis extensa en los gastrosóleos, el tibial posterior, el flexor largo de los ortejos, la fascia adyacente a estos músculos y en los ligamentos posteriores del tobillo. Ellos anclan el pie en supinación y equino, pero su esqueleto continúa creciendo. Estos cambios estructurales disminuyen después del nacimiento cuando la miosina fetal es gradualmente reemplazada por miosina normal (Toydemir et al. 2006) y la fibrosis disminuye lentamente. La extensión y severidad del defecto muscular y de la fibrosis varía de paciente a paciente. En la mayoría de los pies equino varos, los músculos contracturados, tendones y ligamentos pueden ser fácilmente elongados con cinco o seis manipulaciones gentiles seguidas por la aplicación de yesos bien moldeados. En pocos casos, el equino y el cavo son muy severos, probablemente debido a mayor involucro de los gastrosóleos y de los músculos plantares intrínsecos y ligamentos. Si se tratan en forma inapropiada, se desarrolla un pie complejo.

Los pies equino varos complejos son resistentes al tratamiento correctivo habitual con manipulaciones y yesos, como Turco (1994) ha observado. El apunta que responden diferente tanto al tratamiento conservador como al quirúrgico, y que la cirugía temprana resulta en un pie grotescamente deformado. Estos pies son pequeños y regordetes. Todos los metatarsianos están en severa flexión plantar causando un cavo severo. Presentan un pliegue profundo a través de la planta del pie. El primer ortejo está hiperextendido. Los gastrosóleos son pequeños y abultados en la parte proximal de la pierna. El Tendón de Aquiles es largo, ancho y muy tenso, llevando el calcáneo a flexión plantar severa y aducción, produciendo un pliegue profundo proximal al talón (Fig. 60A). Las radiografías muestran el calcáneo y astrágalo en flexión plantar severa. El ángulo astrágalo calcáneo está importantemente disminuído en la vista AP y lateral. Todos los metatarsianos están también en flexión plantar severa. Comúnmente el cuboides se encuentra desplazado medialmente frente al calcáneo (Fig. 60B).

El pie corto y regordete puede ser difícil de corregir. Para corregir la deformidad, los huesos del tarso que están desplazados, deben ser identificados con precisión, mientras se abduce gradualmente el calcáneo, escafoides y cuboides a su posición apropiada con respecto al astrágalo. La contra presión es aplicada por el índice apoyado en la parte posterior del maléolo lateral, y el pulgar de la misma mano en la cara lateral de la cabeza del astrágalo, y no en la tuberosidad anterior del calcáneo que es muy prominente (Fig. 59).



Fig. 59 Muestra como el pie es manipulado y mantenido en la posición de corrección al aplicar el cuarto yeso.



Fig. 60 A Bebé femenino de 7 días con pie equino varo congénito severo y rígido.

Los ligamentos y tendones mediales muy tensos deben ser elongados lentamente con el pie en equino y supinación. El ortopedista debe vigilar la cara del bebé para controlar el grado de presión que puede ser ejercida sin producir mucho dolor. El estiramiento toma dos a tres minutos. Ocho a diez cambios de yesos cada cuatro a siete días son necesarios. La tenotomía percutánea del Tendón de Aquiles antes de aplicar el último yeso completa la corrección de la deformidad (Fig. 60). Aunque la aducción del antepie se corrige con dos o tres yesos, la corrección se lleva a cabo principalmente en la articulación de Lisfranc, mientras que los metatarsianos y el retropie se mantienen en flexión plantar (Fig. 61). Intentar corregir la flexión rígida del retropie abduciendo el pie con cavo, forzará los metatarsianos a mayor flexión plantar. El pie está ahora en línea recta con la pierna. El yeso se desliza distalmente produciendo edema, arrugas, y áreas de presión en la piel dorsal del pie. Llevar el pie a mayor abducción origina que los metatarsianos flexionados se abduzcan aún más resultando en una deformidad grotesca (Fig. 61).

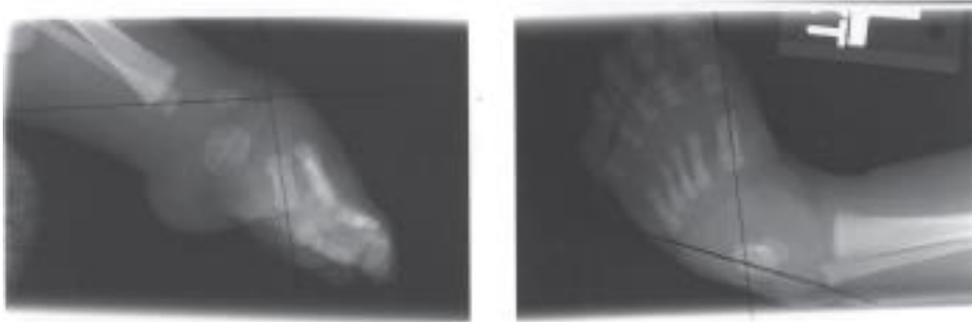


Fig. 60B Radiografías que muestra el pie en aducción y severo equino y cavo. Todos los metatarsianos están en flexión plantar severa. El primer metatarsiano es perpendicular al astrágalo. Corregimos la deformidad con 6 manipulaciones y la aplicación de yesos.

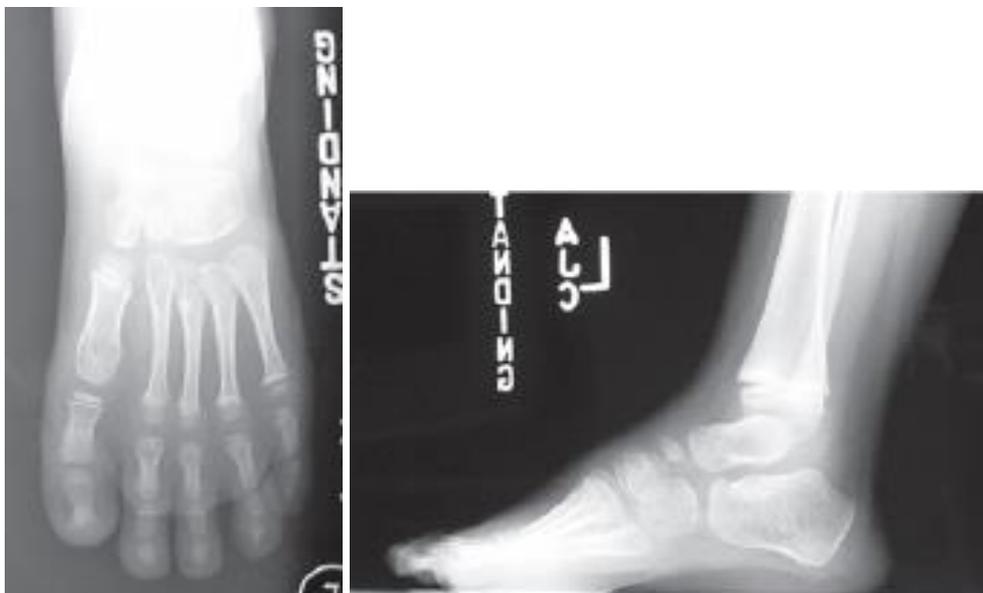
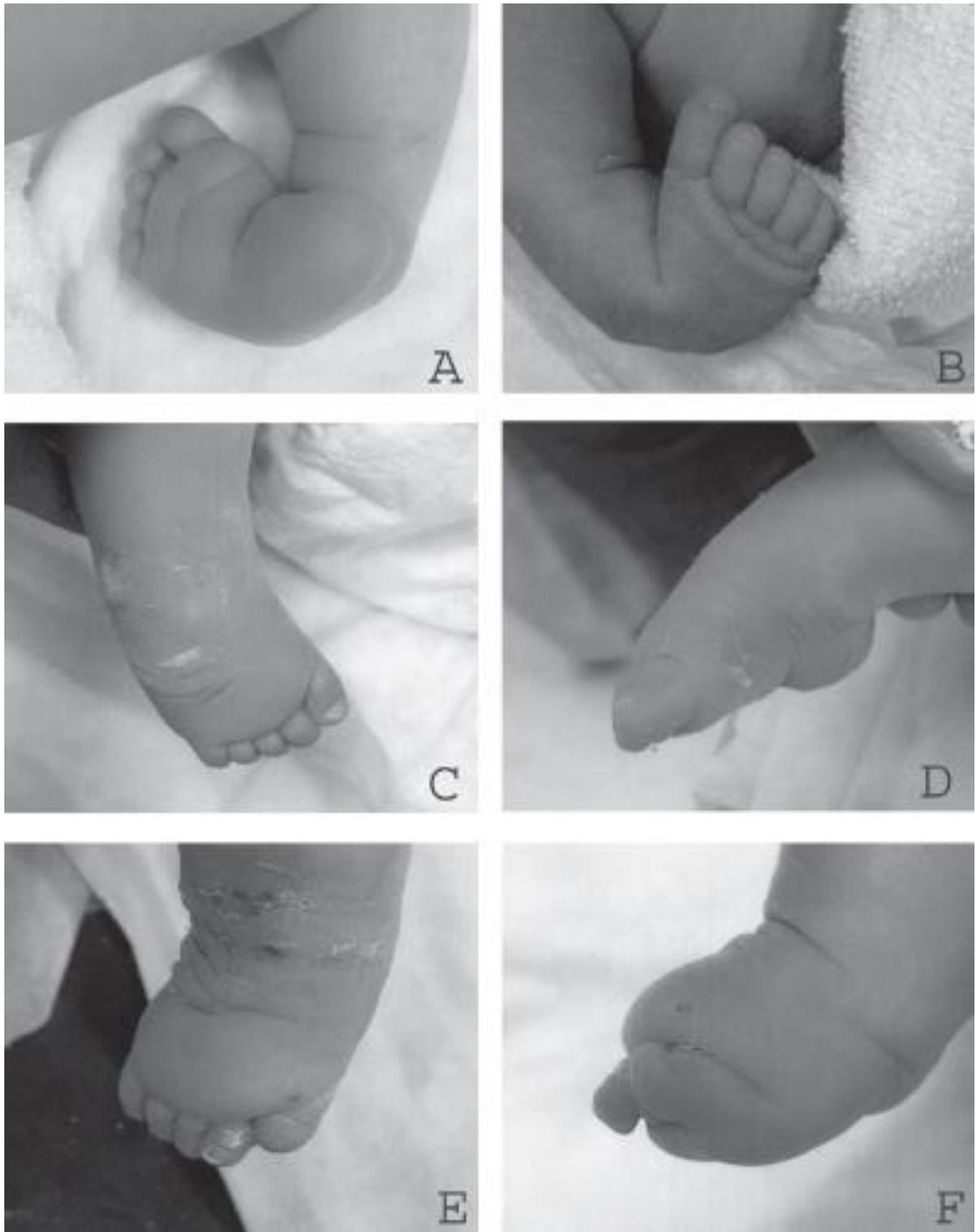


Fig. 60C Radiografías a los 5 años que muestran un pie bien corregido.



Fig. 60D El pie izquierdo corregido es 1.5 centímetros mas corto que el pie derecho normal.



Figs 61A y 61B Pie equino varo de un bebé de 7 días. El pie está en severa aducción, supinación y cavo. Un pliegue profundo sobre el borde medial del pie se extiende a través de la mitad de la planta del pie.

Figs 61C y 61D Después de 3 yesos en otro hospital, la aducción ha mejorado. El antepie y el talón están en severa flexión plantar en línea con la pierna. El último yeso se desplazó lastimándole la piel.

Fig. 61E y 61F Después de 5 yesos más y una tenotomía del Tendón de Aquiles, el antepie está severamente abducido y en flexión plantar. El primer orotejo es corto y deforme.



Figs 61G y 61H Radiografías tomadas a los 4 meses de edad, muestran en la vista lateral el astrágalo, calcáneo, y todos los metatarsianos en flexión plantar muy severa. En la vista AP, todos los metatarsianos están abducidos. El cuboides está desplazado medialmente.



Figs 61I y 61J Después del tratamiento correcto con nueve yesos, los pies se ven normales. El niño caminó a los catorce meses de edad. A los 20 meses, los pies se ven normales.

En los últimos 10 años, la incidencia del pie equino varo complejo se ha incrementado importantemente. Al parecer la causa es una técnica equivocada de manipulación. La mayoría de los pies equino varos complejos que he visto, habían sido previamente tratados. No tengo información de la severidad, pero los padres comunmente tenían fotografías de los pies al nacimiento mostrando una deformidad severa, algunos de ellos sin los signos típicos del pie equino varo complejo (Fig. 61).

Cuando la deformidad es bien entendida, la corrección consiste en abducir el antepie, escafoides, y cuboides a 60 grados, en supinación, mientras se aplica contra presión con el pulgar en la cabeza del astrágalo y con el dedo índice detrás del maléolo lateral (Fig. 59). Los tensos ligamentos

mediales, deben ser estirados sin hiperabducir los metatarsianos en la articulación de Lisfranc, lo cual produce un pliegue sobre el borde lateral del pie. El varo del talón se corrige después de tres o cuatro



Fig. 61K Radiografías tomadas a los 20 meses de edad muestran una marcada mejoría en la alineación ósea. Sin embargo, el desplazamiento medial del cuboides no está completamente reducido. El calcáneo está en 15 grados de flexión plantar. Pudiera requerirse de una tercera tenotomía del Aquiles.



Fig. 62 El cavo y equino son corregidos simultáneamente, tomando el pie a nivel del tobillo con ambas manos, mientras que los pulgares empujan el pie en dorsiflexión bajo los metatarsianos, y los dedos medios empujan el talón hacia abajo.

cambios de yesos, mientras el pie es abducido en supinación bajo el astrágalo. El varo del talón no debe ser sobrecorregido.

Una vez que el varo del talón es corregido, el antepié flexionado y el equino deben ser corregidos simultáneamente, tomando el pie a la altura del tobillo con ambas manos, mientras los pulgares (bajo los metatarsianos) empujan el pie en dorsiflexión y los dedos medios empujan el talón hacia abajo, deslizando el astrágalo en el tobillo para evitar aplanar el astrágalo (Fig. 62). Un asistente estabiliza la rodilla en flexión.

Para inmovilizar el pie en la posición correcta, justo abajo de 40 grados de abducción, una férula de yeso se aplica sobre la pantorrilla, talón y la planta, esta es reforzada con un yeso aplicado

firmemente alrededor del tobillo, para moldear bien los maléolos. La tuberosidad posterior del calcáneo debe ser empujada distalmente (Fig. 63). Los ortejos deben ser visibles cuando el pie es



Fig. 63 El cuarto yeso en un paciente con un pie complejo. El talón está bien moldeado. El pie no está hiperabducido. La rodilla está a 110 grados de flexión.

dorsiflexionado firmemente. El blanqueamiento que puede ocurrir en los ortejos desaparecerá cuando la presión en los metatarsianos gradualmente disminuye mientras el yeso se seca.

Para evitar que el yeso se deslice, la rodilla es inmovilizada en al menos 110 grados de flexión, aplicando una férula de yeso al frente de la rodilla, reforzada por un yeso bien moldeado alrededor del muslo, evitando un exceso de yeso atrás de la rodilla y frente al tobillo. Los ligamentos posteriores del tobillo están muy tensos y se requieren varios cambios de yeso antes de realizar una tenotomía del Aquiles, previa a la aplicación del último yeso para corregir el equino. La tenotomía debe ser realizada 1.5 cms proximal al pliegue cutáneo del talón, para evitar dañar la tuberosidad posterior del calcáneo, la cual debe ser empujada distalmente para obtener al menos 10 grados de dorsiflexión del tobillo (Fig. 64). Estos pies comunmente tienen un gran cojinete de tejido conectivo grueso en el talón que cambia el contorno mismo. Se requiere de radiografías para asegurar que el calcáneo está en discreta dorsiflexión. El gran cojinete del talón se encuentra en los pies equinovaros de fetos con equino severo (Figs 4 y 5). Su grosor disminuye gradualmente con la marcha.

Unas sandalias bien moldeadas, con bloqueo de la flexión plantar, y fijadas en 40 grados de rotación externa en una barra de abducción son indispensables para prevenir la recidiva en estos pies cortos, regordetes y complejos (Figs 34 y 35). La férula es usada tiempo completo por dos meses y 16 horas al día por dos a tres años (Figs 61C y 61D).

La corrección de los pies grotescamente deformados que han tenido un tratamiento previo equivocado, producido por hiperabducción del antepie, requiere aducir el antepie y alinearlo apropiadamente con el retropie. Y si el talón está en valgo, se debe aducir y llevar a una posición neutra. Cuatro o cinco yesos son generalmente necesarios, así como una segunda tenotomía en la mayoría de los casos, para corregir el equino y prevenir un pie en mecedora (Figs 62G-62J).

En nuestra experiencia, una vez que un pie complejo se ha corregido, la rigidez de los tejidos blandos disminuye, los pliegues cutáneos y el edema desaparecen, y el pie se desarrolla normalmente.

Pocos pacientes con pie equino varo complejo tienen una mínima contractura en flexión de uno o más dedos y/o una contractura en aducción del pulgar. Estas contracturas se resuelven durante el primer año de vida con una simple férula para la mano. Estos casos deben ser considerados como un tipo de artrogriposis muy leve, una forma transitoria entre el pie equino varo congénito común y las formas menos comunes de artrogriposis distal.

Referencias

- Carroll, N.C. (1994). Preoperative Clinical Assessment of Clubfoot. In George W. Simons (ed.), *The Clubfoot: The Present and a View of the Future*. New York, NY: Springer-Verlag, 97-98.
- Chotel, E., Parot, R., Durand, J.M., Garnier, E., Hodgkinson, I., and Berard, J. (2002). Initial management of congenital varus equinus clubfoot by Ponseti's method. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.*, **88**, 710-717.
- Colburn, M., Williams M. (2003). Evaluation of the treatment of idiopathic clubfoot by using the Ponseti method. *J Foot Ankle Surg.*, **42**, 259-267.
- Dimeglio, A. (1994). Classification of Talipes Equinovarus. In George W. Simons (ed.), *The Clubfoot: The Present and a View of the Future*. New York, NY: Springer-Verlag, 92-93.
- Dimeglio, A., Bensahel, H., Souchet, P., Mazeau, P., and Bonnet, F. (1995). Classification of clubfoot. *J Pediatr Orthop.*, **4**, 129-136.
- Dobbs, M.B., Rudzki, J.R., Purcell, D.B., Walton, T., Porter, K.R., and Gurnett, C.A. (2004). Factors predictive of outcome after use of the Ponseti method for the treatment of idiopathic clubfoot. *J Bone Joint Surg.*, **86**, 22-27.
- Goksan, S.B. (2002). Treatment of congenital clubfoot with the Ponseti method. *Acta Orthop Traumatol Turc.*, **36**, 281-287.
- Goldner, J.L., and Fitch, R.D. (1994). Classification and Evaluation of Congenital Talipes Equinovarus. *The Clubfoot: The Present and a View of the Future*. New York, NY: Springer-Verlag, 120-139.
- Herzenberg, J.E., Radler, C., and Bor, N. (2002). Ponseti versus traditional methods for idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop.*, **22**, 517-521.

- Lehman, W.B., Mohaideen, A., Madan, S., Scher, D.M., Van Bosse, H.J., Iannacone M., Bazzi, J.S., and Feldman, D.S. (2003). A method for the early evaluation of the Ponseti (Iowa) technique for the treatment of idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop B*, **12**, 133-140.
- Morcuende, J.A., Dolan, L.A., Dietz, F.R., and Ponseti, I.V. (2004). Radical reduction in the rate of extensive corrective surgery for clubfoot by using the Ponseti Method. *Pediatrics*, **113**, 376-380.
- Pandey, S., and Pandey, A.K. (1994). Clinical Classification of Congenital Clubfeet. In George W. Simons (ed.), *The Clubfoot: The Present and a View of the Future*. New York, NY: Springer-Verlag, 91-92.
- Perry, J. (1983). Anatomy and biomechanics of the hindfoot. *Clinical Orthopedics and Related Research*, **177**, 9-15.
- Ponseti, I.V., and Smoley, E.N. (1963). Congenital Clubfoot: the results of treatment. *J Bone Joint Surg Am.*, **45**, 261-275.
- Ponseti, I.V. (1996). *Congenital Clubfoot: Fundamentals of Treatment*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Toydemir, R.M., Rutherford, A., Whitby, E.G., Jorde, L.B., Carey, J.C., and Bamshad, M.J. (2006). Mutations in embryonic heavy chain (MYH3) cause Freeman-Sheldon syndrome and Sheldon-Hall syndrome. *Nature Genetics*, **38**, 561.
- Turco, V. (1994). Recognition and Management of the Atypical Idiopathic Clubfoot. In George W. Simons (ed.), *The Clubfoot: The Present and a View of the Future*. New York, NY: Springer-Verlag, 76-77.

Índice

- Abducción / Aducción 1
- Aducción metatarsiana 1, 47
 - Estudios radiografías 116-7
- Análisis con placa de presión 100-2
- Anatomía
 - De pie equino varo 6-15, 54-55
 - De pie normal 31-34
- Anormalidades congénitas 1, 42-4, 126-7
- Articulación de Lisfranc 87, 127, 131
- Artrogriposis 4, 71, 126, 133
 - Exploración clínica 47
- Aspectos genéticos 1, 42-4, 126-7
- Astragalectomía 84
- Browne, Denis 2, 56, 70
- Cambios musculares 16-21, 43-4
- Cicatrices (postquirúrgico) 53, 71
- Cinemática de equino varo 37-40
- Cinemática de pie normal 30-34
- Cirugía ósea 76-85
- Complicaciones de tratamiento 53, 120-5, 126, 131-2
- Corrección quirúrgica 71-84
 - Técnica de Brockman 2
 - Complicaciones 53, 126, 132
 - Aspectos históricos 2-4
- Defectos neuromusculares 43-4
- Deformidad cavo varo 76-9
- Deformidad cavo
 - Definición 2
 - Recidivas 87, 96
 - Tratamiento 56-8
- Deformidades iatrogénicas 3-4, 8, 26
- Diferencias del sexo 1
- Diseñado de zapatos 70
- Equino
 - Definición 2
 - Tratamiento 64-6
 - Errores en el tratamiento 122
- Equino varo complejo 130-3
- Estudios gemelos 1
- Estudios radiográficos 51, 112-8
- Estudios ultrasonido 43
- Férula 69-70
 - Férulas de Denis Browne 2, 56, 70
 - Importancia de 87
- Flexión / extensión 1, 34
- Herencia de equino varo 42
- Historia 47-51
- Historia clínica y exploración 47-50
- Historia clínica y exploración 47-51
- Incidencia de equino varo 1
- Inversión /eversión 2
- Liberación de articulación 73-6
- Ligamentos y articulaciones 24-5
 - Cirugía 73-76
- Llave de Thomas 2
- Método de tratamiento de Kite 2-3, 54-5
- Mielo meningocele 4
- Patogénesis 24-5, 42-4
- Pronación 2
- Radiografías 51-3, 112-8, 132

- Recidivas 64, 87-95, 96-7
- Resultados de tratamiento 96-110, 126-7, 130-3
- Síntesis de colágena 44
- Cicatriz y 53
- Supinación 2
- Supinación / pronación del antepie 2
- Tendón de Aquiles 21-24, 126
- Cirugía 72-3, 132-3
- Tendones 21-4, 43-4
- Cirugía 72-3, 127, 132
- Terminología 1-2
- Tomografía Computarizada 66
- Torsión Tibial 66
- Tratamiento 4, 53-85, 130-3
- Errores/complicaciones 5, 53, 120-125
- Aspectos históricos 2-3
- Resultados 96-110
- Estudios radiográficos 112-118
- Recidivas 64, 87-95, 96-7
- Cirugía 2-4, 71-84, 127, 132
- Triple Artrodesis 80-4
- Varo del talón/Valgo del talón 31
- Definición 2
- Tratamiento 79-84
- Varo y aducción 59-64, 132
- Yeso
- Aplicación 66-9
- Prolongado 122
- Dedos hasta ingle 61-3, 132
- Zapatos Mitchell 124