

PIED BOT VARUS ÉQUIN CONGÉNITAL*

R. SERINGE

SUMMARY : *Congenital clubfoot.*

A congenital clubfoot is often associated with a neuromuscular disease, a chromosomal anomaly, or a syndrome. The present review will only study the idiopathic clubfoot seen in an otherwise normal child. It is considered nowadays that a clubfoot is secondary to a defect in the spontaneous "rotation-elevation" mechanism which should occur between the 9th and 10th week of fetal development. Several possible factors influence the embryonic development : genetic, neurologic, muscular, environmental, and toxic factors. Modern notions of anatomy and physiology of the foot allow a better understanding of the deformations seen in a clubfoot : calcaneo-forefoot block, talonavicular joint double "belonging", notion of "relative" hindfoot supination. The osteo-articular deformations involve mainly the talus, the calcaneus, the navicular. They are associated to articular stiffness secondary to soft tissue retractions like the posterolateral, anteromedial, and the anterolateral fibrous knots. Prenatal diagnosis can be made using the ultrasound which is usually performed at 20 weeks of gestation. Nevertheless, only the clinical exam at birth will evaluate the degree of severity of the clubfoot based upon its reducibility, the presence of skin creases, and the importance of muscular atrophy. Imaging techniques (especially standard xray) are useless diagnostic tools. They will be necessary for the follow-up, the evaluation of residual defects, and for the possible surgical indications. Conservative treatment is used first, and in the hands of experienced teams will give a sufficient correction in 70 to 80% of the patients. The surgical treatment is used to complete the correction obtained by conservative means. Surgical treatment will free the retracted soft tissues. Post-operatively the foot will be immobilized in the appropriate position for 2 to 3 months. Clubfoot treatments are associated with complications which have to be known to avoid them if possible and/or to be able to take the appropriate therapeutic actions when necessary. The results of clubfoot treatment are satisfactory in the majority of patients despite the treatment

difficulties and the possible relapses during growth. Follow-up is mandatory until the end of growth.

Keywords : clubfoot ; anatomy ; pathogenesis ; diagnosis ; treatment.

Mots-clés : pied bot ; anatomie ; pathogénie ; diagnostic ; traitement.

Le pied bot varus équin congénital (PBVE) est une malformation très fréquente. Tantôt elle s'inscrit dans un contexte polymalformatif, au sein d'une maladie neuro-musculaire, d'une arthrogrypose, d'une aberration chromosomique... tantôt l'anomalie ne concerne que le pied de façon uni-ou bilatérale et on parle alors de PBVE congénital idiopathique. C'est cette anomalie que nous étudierons.

Depuis fort longtemps, cette malformation a fait l'objet de très nombreux travaux et publications pour en comprendre la physiopathologie et pour proposer des thérapeutiques adaptées, orthopédique et chirurgicale. Pendant longtemps, les déformations du pied bot se résumaient à un équinisme de l'arrière-pied, un varus sous-talien, une adduction supination médio-tarsienne et parfois un creux. Comme les retractions des parties molles semblaient intéresser les structures postérieures et internes du pied, cela conduisait à des interventions chirurgicales de libération postérieure et interne avec une ouverture de l'articulation talonavculaire ainsi qu'une ouverture large de l'arti-

Hôpital St.-Vincent-de-Paul, Avenue Denfert-Rochereau 74-82, F-75674 Paris Cédex 14, France.

* Conférence d'Enseignement faite à la réunion de l'AOLF, Louvain-la-Neuve, mai 1998.

Correspondance et tirés à part : R. Seringe.

culatation sous-talienne. Ces techniques avaient un taux élevé d'échec soit par hypocorrection et récursive, soit par hyper-correction en valgus et translation externe du pied. C'est à partir de 1975 que des progrès ont pu être réalisés dans la compréhension du PBVE grâce à une meilleure connaissance de la physio-pathologie et de l'anatomie pathologique [R. Seringe (29, 37, 38, 39)].

Quoiqu'il en soit et malgré la diversité des thérapeutiques utilisées, un PBVE même très bien traité n'aboutit jamais à un pied normal : il persiste toujours des séquelles soit minimales soit d'importance très variable dont les corrections posent elles-mêmes des problèmes différents. Cependant, le pronostic de cette malformation est globalement bon car l'enfant atteint d'un pied bot peut mener une vie normale, être chaussé normalement et pratiquer des sports dans la plupart des cas.

I. ETIOLOGIE

De nombreuses théories pathogéniques ont tenté d'expliquer les déformations du pied bot (9).

1. Théorie génétique (51)

Plusieurs arguments plaident en faveur d'une origine génétique :

- la fréquence des pieds bots est différente d'une ethnie à l'autre : 7 pour 1000 en Polynésie et 1,2 pour 1000 en Europe Occidentale par exemple.
- le sexe masculin représente 70% des cas,
- l'existence de familles à «pied bot» où la transmission paraît être polygénique à pénétrance incomplète,
- l'étude des pieds bots chez les jumeaux permet de constater que si l'un des jumeaux est atteint, l'autre présente un pied bot dans 32,5% des cas s'il s'agit de jumeaux monozygotes et dans 2,9% des cas s'il s'agit de jumeaux dizygotes. Le PBVE ne serait donc pas une affection à transmission génétique mais une anomalie congénitale transmissible sur le mode polygénique à pénétrance incomplète et ce serait le terrain favorable à la survenue du pied bot qui serait à transmission génétique.

2. Théorie positionnelle intra-utérine

Cette théorie est très ancienne (Hippocrate). En réalité, la découverte en échographie de pieds bots dès la 12^{ème} semaine d'aménorrhée alors que le fœtus flotte librement dans le liquide amniotique est en contradiction avec cette hypothèse. Cependant, il ne faut pas sous-estimer les contraintes mécaniques intra-utérines de la fin de la grossesse qui peuvent aggraver l'enraidissement du pied bot.

3. Théorie musculaire

Des études histologiques et ultrastructurales ont montré qu'il pouvait exister une anomalie neurologique initiale responsable des rétractions musculotendineuses et de la déformation consécutive en varus équin. En réalité, les publications sont discordantes à ce sujet même si certains pieds bots sont authentiquement d'origine neuro-musculaire (myéloméningocèle, dysraphisme, myopathies congénitales).

4. Théorie de la malformation initiale du talus

Certains auteurs ont émis l'hypothèse qu'une anomalie morphologique initiale du talus touchant surtout le col et la tête pouvait expliquer la déformation en varus équin (20).

5. Théorie de l'asymétrie de croissance entre le rayon fibulaire et le rayon tibial

Cette hypothèse découle directement de l'observation de la morphogénèse du pied avec un synchronisme entre le côté fibulaire et le côté tibial.

6. Théorie de l'arrêt de développement

Il s'agit d'une théorie ancienne, datant de plus d'un siècle, reprise par Böhm (4) : le pied bot serait dû à un arrêt de développement à la fin du deuxième mois. Cette théorie a ensuite été abandonnée puis reprise plus récemment par Clavert (9) : c'est la théorie de l'inhibition de la morphogénèse du pied. En effet, vers la huitième semaine de gestation, le pied qui est en équin et

en léger varus se relève progressivement pour se retrouver dans une position à angle droit par rapport au squelette jambier c'est à dire en position neutre. Les mouvements morphogénétiques du pied à cette période de la fin de la vie embryonnaire se déroulent sur environ une quinzaine de jours et c'est ce moment morphogénétique qui semble être l'instant crucial pour le pied bot car c'est une période où les mouvements par contractions musculaires s'installent. Cette hypothèse est confortée par des expérimentations qui provoquent des pieds bots chez l'animal et qui font toutes intervenir l'agent tératogène durant la période embryonnaire du relèvement du pied. Le défaut de relèvement du pied pourrait être lié à des causes différentes et cela expliquerait bien les aspects cliniques si variés à la naissance en fonction du degré de raideur, d'atrophie musculaire, de la présence de sillons, de plis cutanés... Les divers facteurs étiologiques responsables de cette inhibition de morphogénèse du pied pourraient être une anomalie ostéo-articulaire, une raideur articulaire, une anomalie vasculaire ou nerveuse, une hypoplasie musculaire voire une fibrose loco-régionale.

II. NOTIONS MODERNES D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE DU PIED

Pour bien comprendre les déformations tridimensionnelles du pied comme le varus équin il faut avoir présents à l'esprit trois concepts ou notions de base qui sont souvent méconnus ou occultés (37, 40).

1. Le bloc calcanéo-pédieux (fig. 1)

C'est une entité anatomo-physiologique formée par le calcaneum et l'avant-pied solidement unis entre eux par les ligaments calcanéo-cuboïdiens, le ligament bifurqué et le ligament calcanéo-naviculaire inférieur. Cette unité fonctionnelle pivote sous le talus autour du ligament talo-calcanéen interosseux et s'articule avec le talus en formant un complexe articulaire composé de 3 articulations élémentaires : sous-talienne postérieure, sous-talienne antérieure et talo-naviculaire.

Cette notion de bloc calcanéo-pédieux complète la façon traditionnelle d'envisager le pied en

opposant l'avant-pied à l'arrière-pied ou également en envisageant la colonne interne par rapport à la colonne externe. Toutes ces façons d'envisager le pied sont complémentaires les unes des autres et aucune ne doit être occultée.

2. Double appartenance de l'articulation talo-naviculaire (fig. 2)

Cette articulation qui est particulièrement concernée dans le PBVE du fait de la position très interne de l'os naviculaire sur la tête du talus a été longtemps considérée comme appartenant exclusivement à l'articulation médio-tarsienne. En réalité, l'anatomie et la physiologie du complexe articulaire sous-talien (bloc calcanéo-pédieux) permettent de saisir la double appartenance de l'articulation talo-naviculaire :

- avec l'articulation calcanéo-cuboïdienne, elle forme l'articulation médio-tarsienne qui peut être le siège d'une adduction élective de l'avant-pied sur l'arrière-pied avec déplacement de l'os naviculaire sur le versant médial de la tête du talus.
- avec l'articulation sous-talienne antérieure, elle forme l'articulation talo-calcanéo-naviculaire elle-même liée fonctionnellement à l'articulation

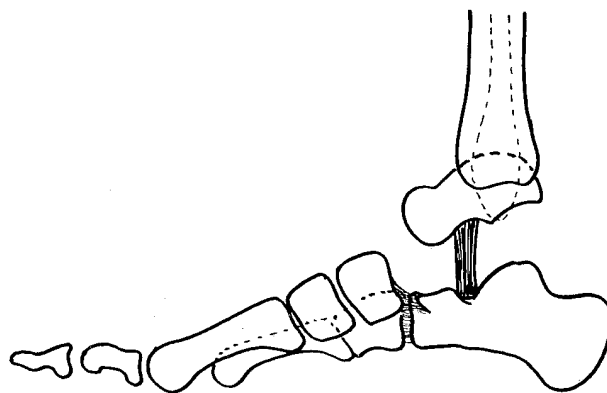


Fig. 1. — Le bloc calcanéo-pédieux en vue interne. Il est formé par le calcaneum, le médio-pied et l'avant-pied solidement unis par le ligament calcanéo-naviculaire (ligament glénoïdien), le ligament bifurqué de Chopart et les ligaments calcanéo-cuboïdiens. Le bloc calcanéo-pédieux tourne sous le bloc talo-jambier autour d'un axe vertical passant par le ligament interosseux talo-calcanéen.

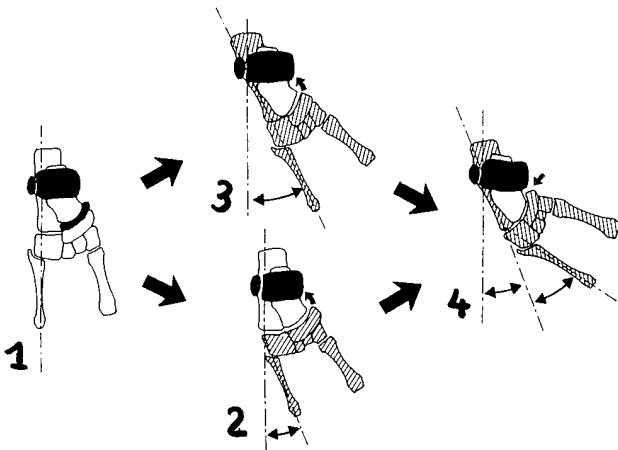


Fig. 2. — La double appartenance de l'articulation talonaviculaire

- en 1 : vue dorsale d'un pied normal
- en 2 : adduction électorive dans l'articulation médio-tarsienne, ce qui crée un rapprochement naviculo-tibial
- en 3 : adduction électorive dans le complexe articulaire entre le bloc calcanéo-pédieux et le talus, ce qui crée un rapprochement naviculotibial.
- en 4 : effet de sommation des deux attitudes vicieuses aboutissant à un contact naviculo-tibial

sous-talienne postérieure pour former le complexe articulaire entre le talus et le bloc calcanéo-pédieux. Lorsque ce dernier se porte en adduction, l'os naviculaire se déplace également sur le versant médial de la tête du talus indépendamment de toute adduction médio-tarsienne.

3. La loi des mouvements diadochaux de Mac Connail (27)

Cette loi générale de biomécanique s'applique aux articulations à 3 degrés de liberté (énarthroses) et démontre qu'il suffit de deux mouvements successifs dans deux des trois plans de référence pour que le troisième apparaisse automatiquement. C'est cette loi qui permet d'expliquer aisément le paradoxe de Codman à l'épaule et le phénomène de la rotation automatique à la hanche. Pour le pied, qui ne comporte pas d'énarthrose mais plusieurs articulations dont les formes orientent la direction des mouvements, l'application de cette loi débouche sur le concept de «fausse» supination

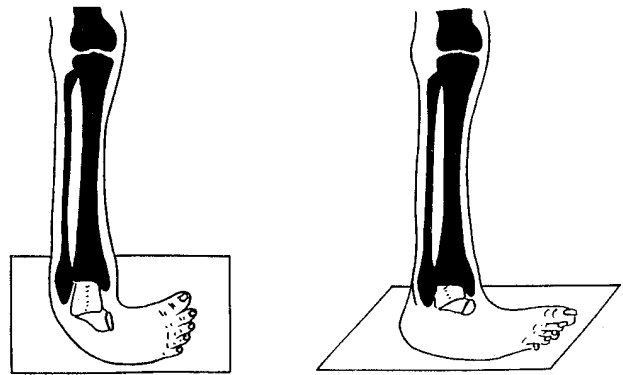


Fig. 3. — La «fausse» supination du pied bot varus équin

À gauche : pied bot varus équin invétéré avec le talus en situation d'équin et la plante du pied située dans le plan coronal

À droite : après correction de l'équin tibio-tarsien et redressement du talus (par libération postérieure et postéro-latérale), il persiste une forte adduction du pied mais la supination a disparu et la plante du pied est dans le plan horizontal. Cette correction «automatique» de la supination se comprend facilement du fait du parallélisme entre l'axe bimalléolaire et l'axe longitudinal de l'avant-pied.

ou de supination «relative» (fig. 3). Dans un pied en situation de varus équin, la supination est en majeure partie liée à l'équinisme tibio-talien sur un pied en très forte adduction. Il est essentiel de tenir compte de ce concept au cours du traitement orthopédique ou chirurgical du pied bot.

III. ANATOMIE PATHOLOGIQUE

Il existe des déformations osseuses, des attitudes vicieuses articulaires et des rétractions des parties molles. (7, 30, 35, 37, 38, 40).

1) Déformations osseuses

a) *Le tibia et la fibula*

Ils ne sont habituellement pas déformés et l'axe bimalléolaire est dans les limites de la normale.

b) *Le talus*

Il existe une hypoplasie globale de l'os mais la déformation la plus caractéristique est une déviation médiale du col par rapport au corps. La

surface articulaire de la tête du talus est désorientée, couchée sur la face médiale du col et son orientation devient presque sagittale au lieu d'être transversale.

c) *Le calcanéum*

Son architecture globale est conservée mais avec une incurvation à concavité interne et des déformations des surfaces articulaires.

d) *L'os naviculaire*

Il est étalé et fortement concave en arrière et en dehors. Sa tubérosité médiale est hypertrophique.

e) *Cuboïde et avant-pied*

Il existe à ce niveau-là très peu de déformation.

f) *Les arches longitudinales du pied*

Du fait des déformations osseuses et articulaires l'harmonie de longueur des arches n'est pas respectée. L'arche interne se trouve raccourcie (fig. 4).

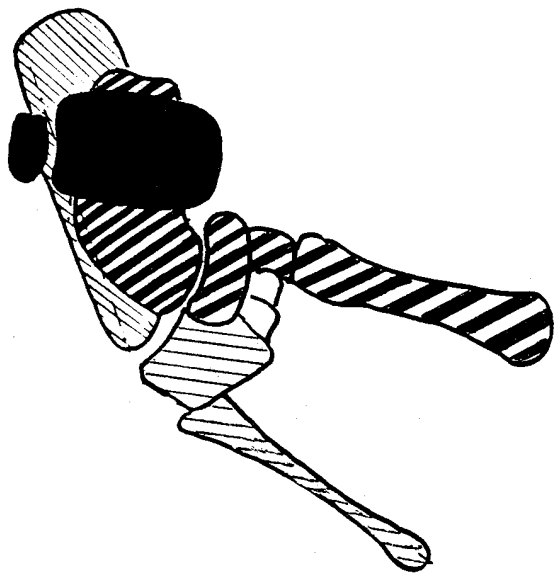


Fig. 4. — Inégale longueur des arches longitudinales du pied dans le pied bot varus équin. L'arche interne (en hachuré gras) est plus courte que l'arche externe (en hachuré fin).

2) **Attitudes vicieuses articulaires**

Les attitudes vicieuses siègent essentiellement dans les articulations tibio-talienne, sous-talienne et médio-tarsienne. Une étude détaillée des déplacements d'une pièce osseuse par rapport à l'autre au sein de chaque articulation est un préalable avant de présenter une étude synthétique utile pour la pratique courante.

a) *Position du talus par rapport à la pince bi-malléolaire.*

Le talus est placé en équinisme dans la mortaise tibio-fibulaire. L'existence d'une subluxation antérieure du talus par rapport à la pince bi-malléolaire demeure controversée. Dans le plan horizontal la situation du talus varie selon les auteurs : en rotation externe (18) ou neutre ou interne.

b) *Position du calcanéum par rapport au talus*

L'image donnée par Farabeuf du calcanéum qui «roule, vire et tangué» reste valable dans une étude purement analytique : c'est l'équinisme dans le plan sagittal, l'adduction dans le plan horizontal et la supination dans le plan frontal. Le défaut le plus important est dans le plan horizontal et constitue l'adduction du bloc calcanéopédieux.

c) *Position de l'os naviculaire par rapport au talus*

L'os naviculaire est déplacé sur le versant médial de la tête du talus (adduction) mais aussi sur son versant plantaire (creux) ; ainsi, le versant antéro-externe et dorsal de la tête du talus est découvert et aisément palpable sous la peau dorsale du pied. L'adduction de l'os naviculaire est telle que son extrémité médiale vient habituellement au contact du bord antérieur de la malléole tibiale dont elle est séparée par une bourse séreuse constituant une néo-articulation. L'importance de l'adduction dans l'articulation talo-naviculaire est bien expliquée par la double appartenance de cette articulation et l'effet de sommation de deux attitudes vicieuses.

d) *Position du cuboïde par rapport au calcanéum*

Le cuboïde est essentiellement déplacé en adduction par rapport à la grande apophyse du

calcanéum : il est donc souvent en retrait ce qui explique la saillie cliniquement perceptible de la partie externe de l'extrémité distale du calcanéum. Ce défaut est parfois tel que l'on peut parler de subluxation calcanéo-cuboïdienne.

e) *Etude synthétique*

Le démembrement des attitudes vicieuses du PBVE peut se résumer de la façon suivante :

- L'équinisme réside surtout dans l'articulation tibio-talienne mais également dans l'articulation sous-talienne postérieure.
- La supination de l'arrière-pied ou supination calcanéenne répond à un double mécanisme : la supination «relative» liée à l'équin tibio-talien sur un pied en adduction très marquée et la supination vraie associée à l'adduction du bloc calcanéo-pédieux.
- La supination de l'avant-pied qui semble purement induite par l'arrière-pied. Cela est lié à la position en adduction-supination du bloc calcanéo-pédieux sous le talus de telle façon que la surface articulaire antérieure du calcanéum devient sous-jacente à celle du talus au lieu de lui être juxtaposée. L'adduction du bloc calcanéo-pédieux combine un déplacement en dedans de la pointe du pied et un déplacement en dehors du talon. (avec rapprochement entre la grosse tubérosité calcanéenne et la malléole fibulaire).
- L'adduction médio-tarsienne est responsable de l'adduction de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied ce qui rend convexe ou coudé le bord extérieur du pied.

Du fait de la «fausse» supination et du démembrement de l'adduction, il persiste trois attitudes vicieuses principales à envisager, donc à corriger : l'équinisme tibio-talien, l'adduction du bloc calcanéo-pédieux et l'adduction médio-tarsienne.

3. Retraction des parties molles

Les parties molles rétractées verrouillent littéralement les attitudes vicieuses et méritent une étude détaillée étant donné les implications chirurgicales. Avant 1975, on considérait que les principaux

obstacles à la correction du pied bot siégeaient en arrière et en dedans avec en particulier les structures postéro-médiales (ligament deltoïdien, gaine tendineuse des tendons fléchisseurs, ligament sous-talien et même ligament inter-osseux talo-calcanéen). À partir de 1975, on a compris que les structures strictement postéro-médiales n'étaient guère rétractées alors que les principaux obstacles siégeaient dans les secteurs postéro-latéral, antéro-médial et voire même antéro-latéral, avec la notion de rotation du bloc calcanéo-pédieux sous le talus. C'est ainsi que dès 1975 ont été décrits les nœuds fibreux postéro-latéral et antéro-latéral ainsi que le rôle de pivot du ligament interosseux talo-calcanéen. Quant au nœud fibreux antéro-médial ou «master knot» de Henry qui était connu depuis fort longtemps, il demeure un des principaux verrous du pied bot.

a) *Structures capsulo-ligamentaires*

La capsule postérieure tibio-talienne est rétractée ainsi que le ligament calcanéo-fibulaire et le ligament talo-fibulaire postérieur. Ensemble ils fixent l'équin postérieur. La capsule articulaire talo-calcanéenne a été longtemps considérée comme rétractée mais notre expérience chirurgicale nous a appris qu'elle n'était qu'exceptionnellement rétractée. Il en est de même des capsules médiales des articulations sous-taliennes postérieure et antérieure. La capsule et les ligaments externes de l'articulation sous-talienne antérieure sont parfois rétractés. Quant au ligament inter-osseux talo-calcanéen, malgré les constatations de Lapidus (21) qui avait montré en 1955 que ce ligament était mis en tension quand le pied était en varus il a été longtemps considéré comme rétracté dans le PBVE. En réalité, il est exceptionnellement rétracté et il doit être préservé dans la chirurgie pour servir de pivot à la correction de l'adduction du pied sous le talus. La capsule de l'articulation talo-naviculaire est toujours rétractée : capsule dorsale et capsule interne. Au pôle inférieur de l'articulation, il s'agit du ligament glénoïdien calcanéo-naviculaire qui participe à la rétraction.

La capsule calcanéo-cuboïdienne n'est rétractée que dans la mesure où il existe une adduction médio-tarsienne : capsule dorsale, interne et plan-

taire. Il en est de même du ligament bifurqué de Chopart.

b) *Muscles, tendons et gaines*

Les rétractions musculo-tendineuses prédominent sur trois muscles : biceps sural, tibial postérieur et tibial antérieur. Ces deux derniers muscles passent l'un en avant, l'autre en arrière de la malléole tibiale avant de venir se fixer sur l'arche interne du pied (arche longitudinale qui est raccourcie par rapport à l'arche externe). Ainsi le muscle tibial antérieur doit être considéré comme rétracté et il faut en tenir compte pour le traitement. Les muscles long fléchisseur commun des orteils et long fléchisseur de l'hallux sont effectivement rétractés mais comme il s'agit de muscles qui ont une longue course, leur allongement chirurgical n'est pratiquement jamais nécessaire. En revanche, la gaine fibreuse du long fléchisseur commun participe à la rétraction du nœud fibreux antéro-médial.

Le muscle abducteur de l'hallux situé dans la concavité du bord interne du pied est habituellement rétracté. Il en est de même des courts fléchisseurs plantaires.

Les muscles fibulaires, en revanche, sont trop longs car étirés dans la convexité de la déformation du PBVE. Leur gaine dans la région rétro- et sous-malléolaire externe participe à la rétraction du nœud postéro-latéral.

c) *Nœuds fibreux* (fig. 5 et 6)

Ils sont définis par le regroupement de fascias rétractés, de gaines rétractées voire de ligaments qui se trouvent accolés du fait des attitudes vicieuses du PBVE.

Le nœud fibreux antéro-médial (de Henry) est formé par l'insertion terminale du tendon du muscle tibial postérieur et sa gaine, par un tissu fibreux naviculo-tibial, par la gaine du long fléchisseur commun des orteils et par le bord supérieur arciforme du septum médial de la plante : toutes ces structures sont accolées et plaquées contre le plan osseux talo-naviculaire. Le nœud fibreux antéro-médial verrouille deux attitudes vicieuses : l'adduction du bloc calcanéo-pédieux et l'adduction médio-tarsienne.

Le nœud fibreux postéro-latéral maintient la grosse tubérosité du calcanéum à proximité de la malléole fibulaire. Il verrouille ainsi l'équinisme tibio-tarsien et l'adduction du bloc calcanéo-pédieux. Il est constitué par la gaine des tendons des muscles fibulaires accolée au retinaculum postéro-latéral du cou-de-pied et au fascia crural (aponévrose profonde de la jambe).

Le nœud fibreux antéro-latéral correspond au dernier verrou de l'adduction du bloc calcanéo-pédieux. Il est constitué par le retinaculum antéro-latéral du cou-de-pied tendu de la grande apophyse du calcanéum à la face antéro-médiale du tibia. Dans les pieds bots sévères, la partie inférieure de ce retinaculum est collée à la capsule latérale de l'articulation sous-talienne antérieure formant un véritable nœud fibreux.

Le nœud fibreux postéro médial existe-t-il ? Dans la majorité des cas, les éléments anatomiques en situation postéro-médiale ne sont pas rétractés puisque l'adduction du bloc calcanéo-pédieux a éloigné la grosse tubérosité calcanéenne de la malléole tibiale.

Cependant, le rétinaculum médial de l'arrière-pied peut être rétracté en cas de supination très forte d'un pied bot négligé.

d) *Anomalies vasculaires* (17)

L'artère tibiale antérieure et l'artère dorsale du pied sont parfois hypoplasiques. Quant à l'artère tibiale postérieure, elle est plutôt brève et soumise à une certaine tension lors de la correction.

IV. DIAGNOSTIC ANTÉ-NATAL

L'étude du pied in utero par échographie est possible à partir de 16 semaines d'aménorrhée car le liquide amniotique est abondant et le pied est suffisamment petit pour être vu dans son ensemble (5, 22). Nous avons vu que la déformation tridimensionnelle du PBVE est telle que l'avant-pied se développe dans le même plan frontal que le squelette jambier : cela permet à l'échographie de montrer en cas de pied bot sur la même coupe frontale à la fois le squelette du tibia et de la fibula et la palette des 5 métatarsiens disposés en rayons

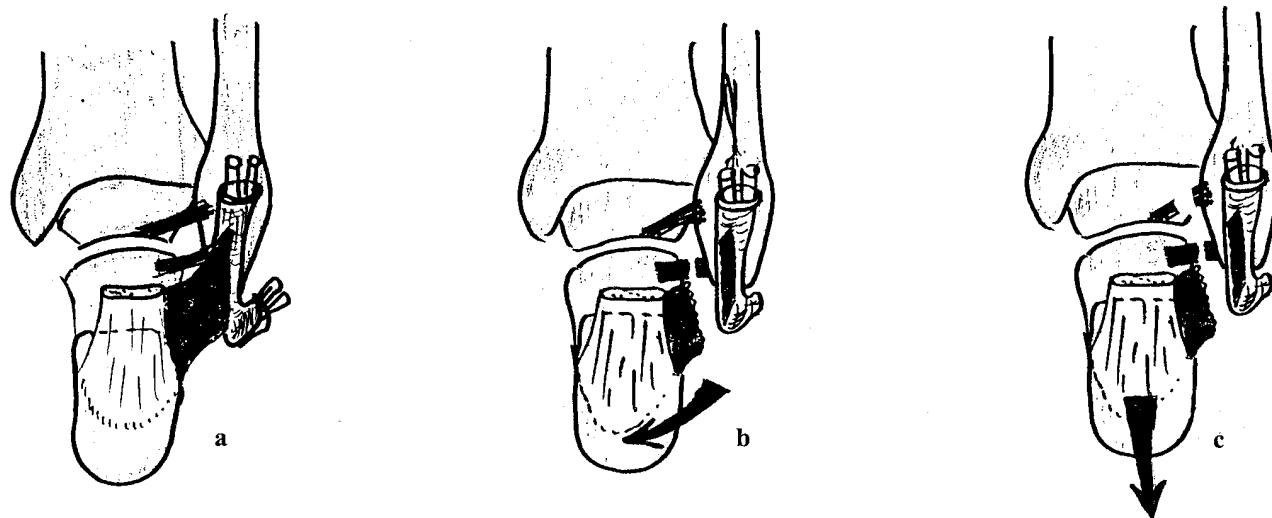


Fig. 5. — Structures du nœud fibreux postéro-latéral en vue postérieure

a) sont visibles le ligament talo-fibulaire postérieur, le ligament calcanéofibulaire et le retinaculum des tendons fibulaires.

b) section du ligament calcanéofibulaire et du retinaculum permettant une amorce de dérotation du bloc calcanéopédieux.

c) section du ligament talo-fibulaire permettant un abaissement complémentaire du calcanéum.

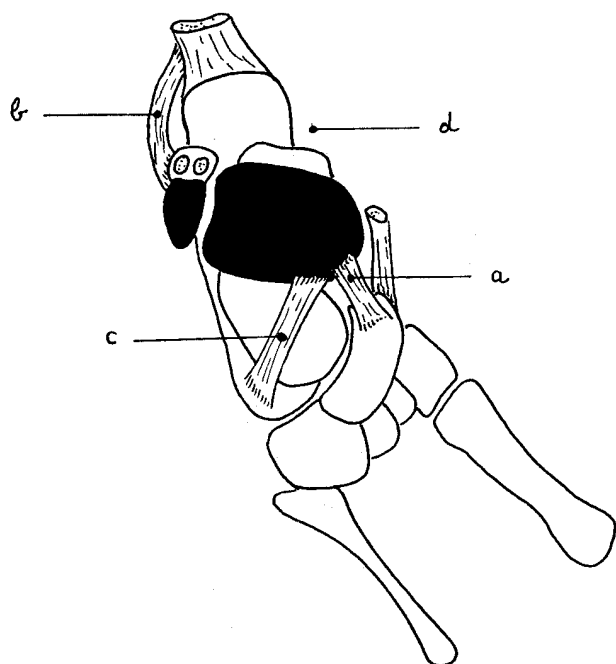


Fig. 6. — Principaux nœuds fibreux verrouillant l'adduction du bloc calcanéopédieux

- a) Nœud antéro-médial fixant l'os naviculaire au tibia
- b) Nœud postéro-latéral fixant la grosse tubérosité du calcanéum à la malléole fibulaire
- c) Nœud antéro-latéral fixant la grande apophyse du calcanéum au tibia et au talus
- d) Absence de nœud fibreux postéro-médial

horizontaux sur le côté médial de la jambe. La coupe sagittale de la jambe est beaucoup plus difficile à interpréter car il faut réussir à voir de dehors en dedans la fibula, puis le tibia et enfin la section transversale des 5 métatarsiens.

Vers la fin de la grossesse, le diagnostic échographique de pied bot varus équin congénital est plus difficile voire impossible à différencier d'une malposition posturale.

Le diagnostic de pied bot varus équin est donc possible entre la 15^e et la 20^e semaine d'aménorrhée : il faut savoir que l'échographiste doit alors rechercher des malformations, des anomalies neurologiques. Dans beaucoup de cas de pieds bots découverts à cette occasion on retrouve une étiologie de type myélo-méningocèle, arthrogrypose, syndrome des pterygia, dystrophie musculaire, trisomie 18, syndrome polymalformatif... Avant de parler de pied bot varus équin idiopathique, il est donc important d'éliminer toutes ces étiologies possibles et d'avoir recours à d'autres examens en particulier l'amniocentèse.

L'autre intérêt du diagnostic anté-natal de PBVE est de pouvoir expliquer aux futurs parents ce qu'est l'anomalie et la façon dont elle sera prise en charge.

V. EXAMEN CLINIQUE

1. Examen initial (34)

Le PBVE est une anomalie qui est d'emblée identifiée dès le premier coup d'œil en raison de la déformation caractéristique avec l'ensemble du pied basculé en dedans de telle façon que la plante du pied est orientée en arrière. Cependant, il faut immédiatement palper le pied pour apprécier son degré d'irréductibilité. Dans certains cas, le pied peut être redressé à angle droit par rapport à la jambe avec une éversion pratiquement complète et sans équin résiduel stricto sensu : en effet, si la dorsiflexion globale du pied est positive dès l'examen initial, on ne parle pas de pied bot varus équin congénital mais de pied varus (son traitement en est beaucoup plus simple et la réversibilité de la déformation est en général intégrale).

A l'inspection, certains pieds sont courts, larges, trapus et gras parfois même avec des sillons cutanés dont les deux plus courants sont le sillon horizontal supra-calcanéen postérieur et le sillon vertical médioplantaire. D'autres pieds sont, au contraire, relativement graciles et effilés.

Les différentes attitudes vicieuses doivent être évaluées :

- L'équinisme est relativement facile à chiffrer : angle entre l'axe longitudinal de la jambe et l'axe longitudinal du pied en position de relèvement maximum.
- La supination du talon est appréciée selon la méthode habituelle entre l'axe vertical du talon et l'axe jambier mais il faut rappeler que dans cette déformation tri-dimensionnelle qu'est le PBVE, la majeure partie de cette supination est expliquée par l'équinisme et l'adduction du pied.
- L'adduction globale du pied est l'orientation de l'axe global du pied par rapport au plan parasagittal de flexion du genou.
- L'adduction spécifique de l'avant-pied sur l'arrière-pied est évaluée par l'angle entre l'axe longitudinal de l'avant-pied et l'axe longitudinal de l'arrière-pied en vue plantaire.
- Une composante associée de creux est possible et sera évaluée sur l'arche interne et sur l'arche externe en vue de profil.

La palpation permet aussi de situer la grosse tubérosité du calcaneum : à l'examen initial elle est bien en place dans la coque talonnière.

L'atrophie du mollet en cas de pied bot unilatéral doit également être évaluée par la mensuration de la circonférence du mollet de façon comparative.

La stimulation cutanée renseigne sur l'action de la musculature extrinsèque : extenseurs des orteils et muscles fibulaires. Il est important de faire un examen soigneux de cette musculature car, dans des cas très rares, celle-ci est déficiente et oriente alors le diagnostic vers celui de PBVE paralytique.

L'examen clinique régional et général recherche une éventuelle malformation associée (étude méticuleuse des genoux, des hanches à la recherche d'une instabilité, étude des membres supérieurs et en particulier des mains, étude du rachis et en particulier de la région lombo-sacrée à la recherche d'une manifestation visible d'un dysraphisme, examen du crâne et du visage).

Une évaluation de la gravité initiale du pied bot, de sa raideur et d'un certain nombre de paramètres doit être réalisée : plusieurs méthodes ont été décrites dans la littérature :

- la méthode de Dimeglio est très précise et classe les pieds en 4 catégories en leur donnant une note basée sur 20 points (11).
- la méthode de Seringe (43) est une méthode beaucoup plus simple et pratique. Elle est basée sur l'évaluation de deux angles : celui de la réductibilité de l'équin et celui de la réductibilité de l'adduction. Lorsque l'un de ces deux angles est plus important que l'autre, c'est celui-là qui est retenu pour la classification :
 - type I : réductibilité comprise entre 0 et 20°
 - type II : réductibilité comprise entre 21 et 40°
 - type III : réductibilité au delà de 40°.

Il est important de documenter l'examen clinique, à défaut d'enregistrement vidéo, par des photographies des pieds en position spontanée et en position de correction maxima.

2. Examen clinique pendant la croissance (6)

Il s'agit d'une évaluation clinique essentielle à la fois morphologique et fonctionnelle qui doit être

réalisée à toutes les étapes du traitement jusqu'en fin de croissance. Doivent être pris en compte :

- les amplitudes articulaires de toutes les articulations du pied et de la cheville
- les défauts morphologiques du pied en position couchée mais également debout et lors de la marche lorsque celle-ci est acquise.
- l'évaluation musculaire avec la recherche de déséquilibre musculaire d'une part dans le plan sagittal entre le biceps et les releveurs du pied et plus particulièrement le muscle tibial antérieur et, d'autre part, dans le plan frontal entre les éverseurs (muscles fibulaires) et les muscles varisants (muscles tibial antérieur et tibial postérieur). Certains muscles peuvent avoir gardé une force appréciable mais une très faible course. L'insuffisance musculaire du biceps doit être évaluée dès l'âge de 4 ou 5 ans par l'étude du saut monopode sur la pointe.

Nous insisterons plus particulièrement sur les pièges cliniques pouvant expliquer les faux bons résultats :

- chez le nourrisson, fausse correction de l'équin par abaissement isolé de la coque talonnière donnant à la plante du pied un aspect rassurant en dorsiflexion alors que la palpation découvre la grosse tubérosité du calcaneum très haut située
- compensation de l'adduction globale du pied par la mise en rotation externe du membre inférieur et l'orientation en dehors du genou. Pour bien mettre en évidence l'adduction du pied chez l'enfant, il faut faire un examen complet des membres inférieurs soit en position couchée en orientant le genou correctement soit en position debout en orientant également le genou en extension complète dans le plan frontal de référence. Seule cette façon d'évaluer l'adduction permet de reconnaître les défauts résiduels qui sont souvent beaucoup plus importants qu'on ne l'imagine.
- l'insuffisance musculaire du triceps est volontiers méconnue surtout après traitement chirurgical. Le saut monopode en cas d'insuffisance tricipitale est réalisé par l'enfant en talonnant et il faut donc bien lui demander d'effectuer le saut

- sur la pointe du pied et il faut observer de profil que l'angle entre l'axe de la jambe et l'axe du pied devient bien obtus dans le saut monopode.
- l'évaluation de l'axe bi-malléolaire et donc de la torsion jambière n'est pas aisée dans le pied bot varus équin car, du fait des défauts résiduels et en particulier de la proximité du tubercule de l'os naviculaire vis à vis de la malléole tibiale d'une part et de la proximité de la grosse tubérosité calcanéenne et de la malléole fibulaire d'autre part, l'appréciation clinique par un clinicien non averti fait croire à une torsion squelettique de jambe nulle ou interne. Cela est fâcheux car cela orienterait sur un défaut anatomique dans le squelette jambier et sur une indication thérapeutique fort discutable de dérotation externe du squelette jambier. La palpation des saillies malléolaires de la fibula et du tibia doit tenir compte des défauts résiduels du pied bot dans le plan horizontal. En cas de doute, et si le clinicien pense réellement à une anomalie de torsion du squelette jambier dans le sens nul ou médial, une mesure précise par scanner est indispensable.

VI. IMAGERIE

1. Radiologie standard (1, 39)

L'examen radiographique n'est pas nécessaire au diagnostic de PBVE mais en période néonatale, il est utile pour évaluer le degré de maturité ou d'immaturité plus ou moins importante du pied. Dans certains cas, les noyaux d'ossification du calcaneum et du talus sont peu développés et parfois même de forme sphérique.

Dans certains cas de forme mineure et unilatérale de PBVE, l'étude radiographique comparative, en apportant la preuve d'une immaturité osseuse du côté de l'anomalie, permet d'écarter la simple anomalie positionnelle et de retenir ainsi le diagnostic de PBVE vrai.

Les radiographies standard représentent un document objectif pour juger de l'évolution favorable ou compliquée. Parmi les incidences décrites, deux sont fondamentales (fig. 7) :

- la radiographie de profil standard en dorsiflexion : elle doit être prise en s'assurant que le bord externe de l'arrière-pied repose sur la cassette et que le pied est en dorsiflexion maxima tenu par un personnel habitué à cette technique radiologique. L'angle talo-tibial est normalement de l'ordre de 90° et il est plus ou moins augmenté dans le PVBE. La divergence talo-calcanéenne de profil est normalement de 40 à 50° chez le nouveau-né et le petit nourrisson et elle est habituellement diminuée dans le PBVE. En outre, le calcaneum est vu de profil alors que le talus et la pince bi-malléolaire sont vus de trois-quart. Ceci explique les déformations apparentes telles que l'aplatissement de la poulie talienne, l'effacement du sinus du tarse et la rétro-position de la malléole fibulaire. La réalisation d'une radiographie de profil strict transmalléolaire montrerait, en fait, une normalisation de ces trois images.
- la radiographie de face dorso-plantaire pré-tibial en correction avec le genou fléchi à 120° tandis que le pied est maintenu sur la cassette en

position de correction maxima. On apprécie habituellement 3 mesures angulaires que sont la divergence talo-calcanéenne (valeur normale 40°), l'angle talus — 1^{er} métatarsien (valeur normale 10 à 15°) avec ouverture de l'axe talien en dedans du 1^{er} métatarsien et enfin l'angle calcaneum — 5^e métatarsien (valeur normale 0°). Dans le PBVE la diminution de la divergence talo-calcanéenne représente l'adduction du bloc calcanéo-pédieux alors que l'augmentation de l'angle calcaneum — 5^e métatarsien traduit l'adduction de l'avant-pied sur l'arrière-pied principalement dans l'articulation médio-tarsienne. En revanche, l'angle talus-premier métatarsien qui est inversé dans le PBVE est le résultat de la somme de 4 attitudes vicieuses : adduction du bloc calcanéo-pédieux, celle de la médio-tarsienne, mais également des défauts de l'articulation cunéo-naviculaire et cunéo-métatarsienne. C'est la raison pour laquelle cet angle n'a qu'une valeur de débrouillage mais il est fondamental pour comparer le résultat d'un examen à l'autre ou d'un pied à l'autre.

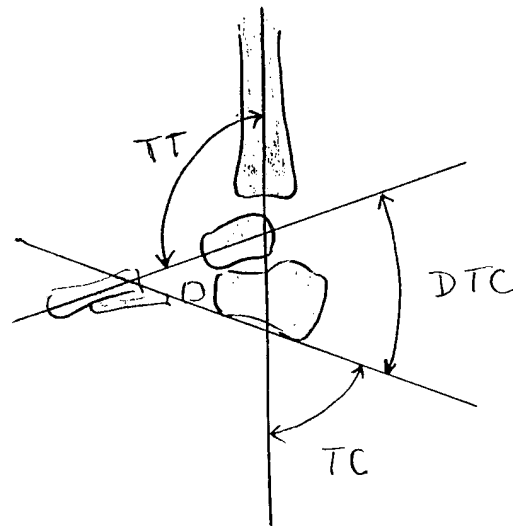
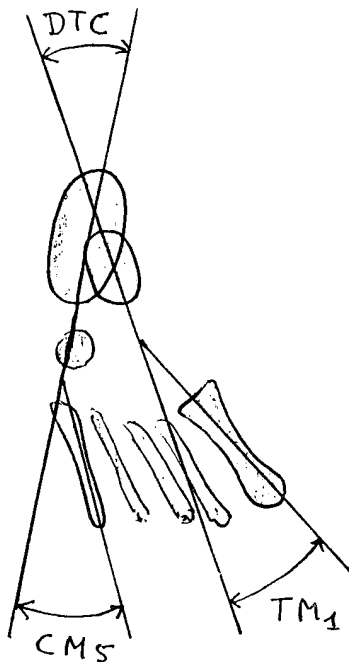


Fig. 7. — Mesures angulaires sur les radiographies de face (a) et de profil (b)
 D.T.C. : divergence talo-calcanéenne
 T.M.1 : angle talus 1^{er} métatarsien

C.M.5 : angle calcaneum 5^{ème} métatarsien
 T.T. : angle talo-tibial
 T.C. : angle tibio-calcanéen

Autres incidences radiologiques :

- Radiographie de profil en flexion plantaire pour évaluer les amplitudes articulaires et les déplacements au niveau de l'articulation de la cheville et de l'articulation sous-talienne.
- Radiographie de profil strict de l'articulation tibio-tarsienne pour évaluer la forme réelle du corps talien.
- Radiographie dorso-plantaire en position spontanée.

Lorsque l'enfant a acquis la marche, les clichés doivent être réalisés en position debout en charge avec deux incidences l'une de profil, l'autre de face pré-tibiale.

2. Scanner et IRM

Il s'agit d'examens plus sophistiqués qui sont utilisés au titre de la recherche.

3. Echographie

C'est un examen qui est sûrement appelé à beaucoup d'avenir car il permet de voir mieux le squelette du pied en croissance chez le jeune enfant avant l'apparition des noyaux d'ossification, ce qui est donc extrêmement intéressant pour l'os naviculaire dont le noyau ne s'ossifie qu'à partir de l'âge de 3 ou 4 ans. Plusieurs équipes arrivent actuellement à fournir des images précises de la colonne interne du pied en vue sagittale de façon à bien repérer la malléole tibiale, l'os naviculaire, le 1^{er} cunéiforme et le 1^{er} métatarsien. Lorsque cette image est fournie en correction maxima de l'adduction, on peut ainsi évaluer la distance entre la malléole tibiale et l'os naviculaire et savoir si la correction clinique est bien anatomique. En effet, les compensations sont possibles si l'os naviculaire reste au contact de la malléole tibiale, la correction peut se situer entre l'os naviculaire et la rangée des os cunéiformes. L'étude radiologique standard ne permet pas de différencier ces deux types de correction et c'est le mérite de l'ultrasonographie de pouvoir le faire.

VII. TRAITEMENT CONSERVATEUR

La place du traitement non chirurgical dans la prise en charge du PBVE varie beaucoup d'une équipe à l'autre. Pour certains, le PBVE est opéré dans plus de 80% ; pour d'autres équipes, c'est l'inverse.

Quel que soit le traitement utilisé, chirurgical ou non, on ne peut guère espérer transformer un PBVE en un pied normal. Il persistera au minimum une hypoplasie du mollet, un pied de taille réduite, une diminution des mobilités des articulations, parfois une inégalité de longueur des membres inférieurs. Les objectifs du traitement sont de corriger la triple déformation du pied, de maintenir cette correction dans le temps, de rétablir l'équilibre musculaire et de préserver une souplesse articulaire suffisante. Il existe de nombreux moyens orthopédiques pour corriger les déformations du PBVE et offrir un maintien à cette correction (3, 11, 26, 28, 30, 32, 36, 42, 43, 47, 49, 50).

1. Méthodes de correction

a) Kinésithérapie passive (manipulations).

Les manipulations ou mobilisations ont pour but d'assouplir le pied, d'étirer les parties molles rétractées. Elles doivent être prudentes, attentives et non douloureuses ce qui rend nécessaire un kinésithérapeute entraîné et habitué à la rééducation des PBVE. La peau est souvent fragile, de même que le squelette encore immature du petit enfant. Cette malléabilité expose à des lésions d'écrasement, en particulier pour le corps du talus ou même pour les cartilages de croissance de l'articulation tibio-tarsienne. Tous les mouvements doivent être effectués en légère traction pour ouvrir les articulations.

Même s'il existe différentes manœuvres adaptées spécifiquement à un défaut, il est impossible de corriger de façon isolée une composante de la déformation en éliminant les autres. C'est la raison pour laquelle il n'existe pas, pour nous, de chronologie logique pour corriger telle ou telle déformation. Il semble préférable d'essayer de corriger tous les défauts dès le début du traitement :

- manœuvre globale de dérotation du bloc calcaneo-pédieux
- décoaptation de l'os naviculaire par rapport au talus
- manœuvre d'étirement du biceps sural
- correction de l'adduction de l'avant-pied
- récupération des mouvements de flexion dorsale et de flexion plantaire de la cheville
- étirement de la plante du pied

b) Kinésithérapie active

Elle consiste à provoquer des contractions musculaires par des stimuli appropriés en vue de restaurer l'équilibre de la musculature : renforcer les muscles éverseurs par rapport aux muscles inverseurs.

c) Plâtres correcteurs

C'est à la fois une méthode de correction proprement dite et un maintien de la correction pendant une période variable. Une mise au repos dans le plâtre relâche le corps musculaire du biceps et d'autres muscles et diminue la tension exercée sur la jonction musculo-tendineuse, ce qui améliore la croissance musculaire. Chez le petit enfant, on a recours à des plâtres cruro-pédieux maintenant le genou fléchi à angle droit pour éviter que le pied ne glisse à l'intérieur du plâtre. Celui-ci doit être bien ajusté et il est préférable d'utiliser 2 ou 3 «chaussettes» ou jersey plutôt qu'un rembourrage en coton. Le plâtre est effectué sur un enfant bien détendu et mis en confiance de façon à éviter toute réaction de défense.

d) Mobilisation passive continue

Cette méthode mise au point par Metaizeau (32) a pour but de prolonger le temps de kinésithérapie passive grâce à un appareil motorisé qui peut être utilisé jusqu'à 12 heures par jour (ou par nuit). Cette méthode a été très largement développée par Dimeglio avec des résultats tout à fait remarquables sur la mobilisation et l'assouplissement du pied. Cependant, dans son expérience, elle implique l'hospitalisation de l'enfant pendant plusieurs semaines.

2. Maintien de la correction

De nombreux systèmes permettent le maintien d'une certaine correction des attitudes vicieuses du PBVE mais aucun n'est parfait. La plupart sont des systèmes passifs alors que d'autres tentent d'exploiter la mobilisation spontanée du jeune enfant pour obtenir une correction active supplémentaire. (strapping, attelles de Denis Browne)

a) Strapping

Cette méthode décrite par Jones dès 1900, consiste après protection de la peau, en un bandage adhésif extensible maintenant le pied en correction par rapport à la jambe et au genou fléchi à 90°. Du fait de son caractère extensible, ce bandage n'offre pas un maintien strict de la correction : il se détend vite et devient inefficace. Cette méthode qui est valable dans les formes mineures de PBVE ou dans les pieds varus n'est donc pas indiquée dans les vrais PBVE.

b) Strapping avec plaquette ou semelle (fig. 8)

L'efficacité de cette contention est liée à la fixation stricte du pied par des bandes adhésives non extensibles sur une semelle ou plaquette rigide (en bois, en aluminium, en plastique). La plaquette peut être plane ou mieux incurvée avec une concavité plantaire pour préserver la cambrure de la plante du pied (sauf lorsqu'il existe un creux associé). Ses bords peuvent être rectilignes ou mieux arrondis avec un bord interne convexe et un bord externe concave de façon à fixer le pied dans une position apparente d'hyper-correction.

La fixation du pied sur la plaquette peut être réalisée de plusieurs façons mais le but est d'obtenir une posture stricte avec en particulier un maintien précis de la grosse tubérosité du calcaneum pour éviter qu'elle n'échappe vers le haut avec abaissement isolé de la coque talonnière. Le pied une fois fixé sur la plaquette doit être solidarisé à la jambe ou au genou fléchi soit par un strapping qui, du fait de son caractère extensible, devient vite inefficace, soit au moyen d'une attelle cruro-pédieuse avec le genou fléchi. Cette attelle peut être en plâtre ou en matériel léger thermoformable

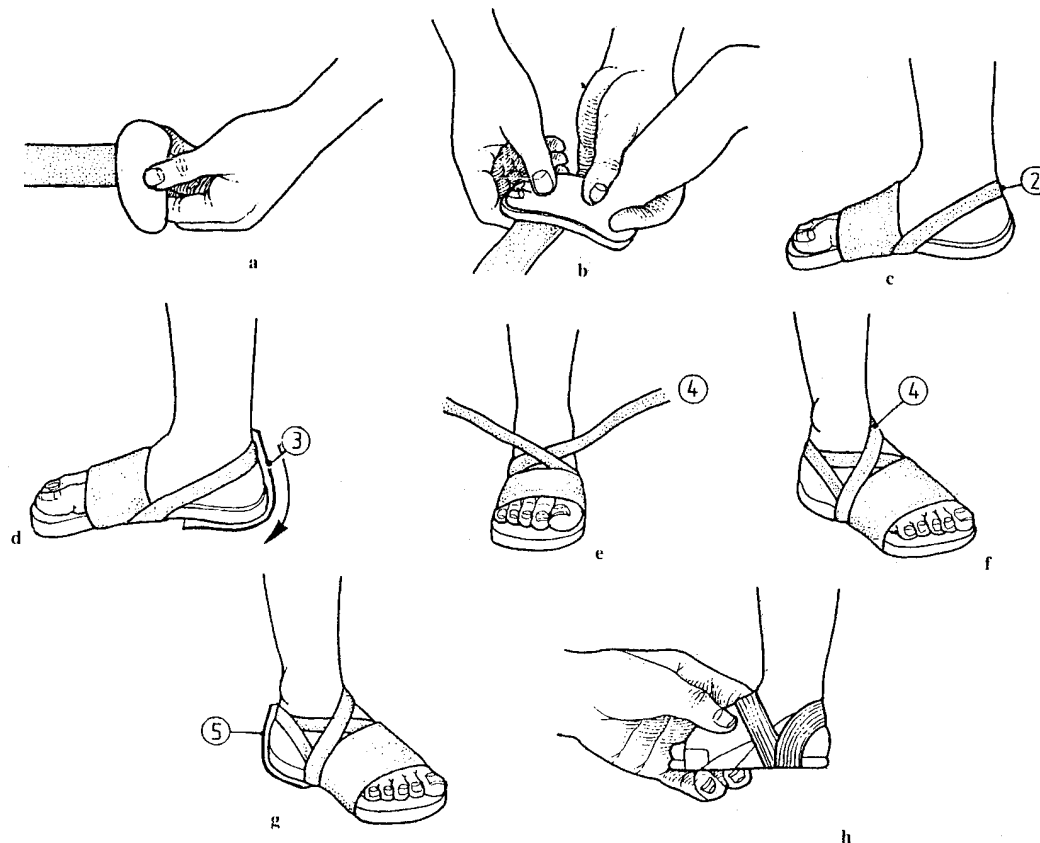


Fig. 8. — Méthode de fixation du pied sur une plaquette (méthode utilisée à l'Hopital St Vincent de Paul) :

a) plaquette réniforme pouvant permettre une apparente hyper-correction du pied. La première bande, non élastique, part sous la face inférieure de la plaquette vers le bord médial du pied.

b) le pied est posé sur la plaquette qui est incurvée de telle façon que la plante repose sur la face convexe. L'avant-pied est fixé par la première bande.

c) la bande numéro 2, non élastique, accroche la grosse tubérosité du calcaneum et est rabattue de part et d'autre de la plaquette en passant au dessous des malléoles.

d) la bande numéro 3, non élastique, fixe verticalement la face postérieure du talon à la face inférieure de la plaquette.

e et f) le milieu de la bande numéro 4 non élastique fixée sous la plaquette au niveau du médio-pied. Chaque chef médial et latéral remonte sur la grosse tubérosité du calcaneum et est rabattue de part et d'autre sur la plaquette.

g) une deuxième bande verticale (numéro 5) non élastique accroche la grosse tubérosité du calcaneum et va se tendre sous la face inférieure de la plaquette.

h) une bande adhésive et élastique moule l'ensemble du montage.

et doit être changée ou adaptée en fonction des progrès de la correction.

c) Attelles de Denis Browne

C'est un appareillage qui solidarise les deux pieds par une barre articulée ou non permettant d'une part une orientation progressive des pieds en éversion et d'autre part une auto-correction d'un pied lors d'un mouvement d'extension du

genou controlatéral. Ce type d'appareillage n'a qu'une faible action de correction de l'équinisme et le poids de l'attelle elle-même aggrave l'équin. En outre, elle est mal acceptée par les familles, du fait de la solidarisation des deux pieds, et nécessite l'immobilisation du pied sain en cas de pied bot unilatéral. Pour toutes ces raisons, elle est de moins en moins utilisée.

d) Attelles diverses

De nombreuses attelles ont été décrites et utilisées pour la correction des PBVE.

- L'attelle articulée activo-passive (Lubrano Di Diego *et coll.*) ; son principe est d'obtenir par l'imitation des mouvements de la marche une correction progressive par le nourrisson lui-même (26).
- L'attelle malléable de Wedge et Alms est une attelle très simple en aluminium doublée de mousse utilisable pendant les premières semaines de vie pour la correction initiale des pieds bots (49).
- L'appareil de Wientroub et Khermosh maintient le pied dans un chausson moulé dont la solidarisation à une attelle cruro-jambière légère permet grâce à deux articulations le réglage en flexion-extension de la cheville et en abduction-adduction du pied (50).
- L'attelle clubax, composée d'une articulation de genou semi-mobile et de différents réglages permettant la correction progressive du pied, nécessite la fixation stricte du pied sur la plaquette comme pour la méthode précédemment décrite. Elle permet donc un contrôle très strict de la position du pied (42).
- L'orthèse nocturne de Perlstein, est surtout connue pour sa butée excentrique et utilisée pour la correction de l'équin spastique ; mais, dans le PBVE, elle est utilisée comme une orthèse nocturne en cuir moulé avec des réglages qui la font durer pendant deux ou trois ans sans la renouveler (42). Elle est donc particulièrement appréciable chez l'enfant à partir de 3 ou 4 ans.

e) Plâtres circulaires

Le plâtre demeure un moyen efficace pour maintenir la correction d'un PBVE. Il peut être utilisé à n'importe quel âge pendant une courte période d'un ou deux mois en cas d'amorce de récurrence ou d'insuffisance des méthodes précédentes.

3. Organisation générale du traitement

Quelle que soit la méthode utilisée, le premier entretien avec les parents est essentiel : tout doit

être fait pour gagner leur confiance et leur coopération. Il faut donc prendre le temps de bien leur expliquer ce qu'est un pied bot et bien répondre aux questions concernant le déroulement du traitement.

a) La méthode fonctionnelle

C'est la méthode française par excellence ; elle a été développée et diffusée plus particulièrement par 3 équipes associant chirurgien orthopédique et praticien kinésithérapeute : Masse et Daniel (28), Bensahel et Guillaume (3), Seringe et Chedeville (42).

La méthode utilisée à l'Hôpital St Vincent de Paul à Paris se déroule schématiquement en 4 périodes :

- la période de réduction, de la naissance à l'âge de 8 semaines, avec des séances de kinésithérapie quotidienne.
- la période de pré-verticalisation ou période d'entretien des mouvements passifs et actifs afin de rendre ces derniers automatiques en vue de l'acquisition de la marche. La rééducation est faite 3 fois par semaine et les parents peuvent s'y initier et ainsi l'appliquer. Dans la journée, l'enfant est progressivement libéré de ses attelles cruro-pédieuses ou jambières mais la nuit, la contention doit être encore très stricte.
- la période de la marche, les séances de rééducation s'espacent pour devenir bi-hebdomadaires puis hebdomadaires. Les parents participent à la rééducation active.
- la période ultérieure jusqu'en fin de croissance, c'est d'avantage une surveillance plus ou plus espacée par le kinésithérapeute (une fois par mois par exemple). Un maintien nocturne peut être nécessaire pendant de nombreuses années chaque fois que l'amplitude de dorsi-flexion est insuffisante, égale ou inférieure à 10°.

Les complications de la méthode fonctionnelle doivent être connues de façon à les éviter ou à leur proposer une thérapeutique adaptée :

- les complications cutanées sont rares avec les précautions d'usage. En cas de complication, on peut réaliser une immobilisation plâtrée ce qui

- permet de maintenir la correction en attendant la cicatrisation des lésions.
- les complications osseuses et ostéo-chondrales ne devraient pas être observées si le kinésithérapeute est bien formé à la méthode.
 - la véritable complication est l'hypercorrection ou la fausse correction reconnue sur l'existence d'une dorsiflexion satisfaisante globale du pied mais se faisant dans l'articulation médio-tarsienne alors que l'arrière-pied est resté en équinisme avec un calcanéum haut situé au-dessus de la coque talonnière déshabillée (fig. 9). L'hypermobilité de l'articulation médio-tarsienne permet également de la dépister et cela sera confirmé par la radiographie de profil. Pour éviter cette complication il faut donc incurver la plaquette de façon à lui donner une concavité plantaire.



Fig. 9. — Fausse correction de l'équin par dislocation de l'articulation médio-tarsienne de l'avant-pied, responsable d'un pied convexe iatrogène.

b) Les autres méthodes

Les différentes techniques de kinésithérapie et de maintien du pied en correction sont associées de façon très diverse, réalisant un grand nombre de méthodes plus ou moins originales.

- Méthode originale de Denis Browne avec les chaussons moulés dans l'intervalle des séances de rééducation.
- Strapping et manipulations
- Réduction progressive par strapping et plâtre
- Manipulations associées aux plâtres correcteurs
- Association strapping-plaquette et plâtre

- Plâtre correcteur sans manipulation
- Mobilisation passive continue par appareil motorisé

Toutes ces méthodes devraient faire l'objet d'une évaluation de façon à pouvoir les comparer et elles dépendent beaucoup de la philosophie de l'équipe chirurgicale qui les utilise.

VIII. TRAITEMENT CHIRURGICAL

Malgré les progrès thérapeutiques liés à l'amélioration des méthodes orthopédiques de traitement, la chirurgie conserve une place importante dans la prise en charge d'un enfant porteur d'un PBVE. Du fait de la raideur congénitale liée à des rétractions des parties molles, la chirurgie du PBVE a toujours été basée sur des opérations de libération des parties molles (23).

Comme ces rétractions semblaient intéresser les structures postérieures et internes du pied, cela conduisait à des opérations avec ouverture de l'articulation talo-naviculaire ainsi qu'ouverture large de l'articulation sous-talienne (2, 7, 29, 31, 48). Ces techniques anciennes avaient un taux élevé d'échecs soit par hypo-correction avec récidive, soit par hypercorrection en valgus et translation externe du pied. C'est la meilleure connaissance de l'anatomie pathologique du PBVE qui a permis de démembrer les attitudes vicieuses et de reconnaître :

- l'équinisme qui réside surtout dans l'articulation tibio-talienne et dans l'articulation sous-talienne postérieure, l'adduction du bloc calcanéo-pédieux qui combine un déplacement en dedans de la pointe du pied et un déplacement en dehors de la grosse tubérosité
- L'adduction médio-tarsienne
- Quant à la supination de l'arrière-pied, elle est en majeure partie expliquée par les attitudes vicieuses précédentes et ne mérite qu'exceptionnellement des gestes directs de correction chirurgicale.

La connaissance de la physiopathologie du PBVE a d'autres implications pour le traitement chirurgical :

- la libération chirurgicale d'arrière en avant est logique car la correction première de l'équin fait habituellement disparaître la supination (45). C'est cependant une libération d'avant en arrière que préconisent certains auteurs (2).
- Le respect des capsules talo-calcanéennes permet de limiter le risque d'hyper-corrrection (36) mais cette opinion n'est pas partagée par tous (46).
- Le respect du ligament interosseux talo-calcanéen permet de guider la correction de l'adduction du bloc calcanéo-pédieux sous le talus et de préserver la vascularisation de cet os (36, 41, 44, 45).
- L'inégale longueur des arches longitudinales du pied explique le danger de raccourcir une arche interne déjà trop brève. La talectomie comme la naviclectomie doivent être prohibées car leurs conséquences sont désastreuses. En revanche, le raccourcissement de l'arche externe est logique dans le but de réaligner correctement le bord latéral du pied (13, 16, 25).
- Pour bien allonger l'arche interne il est nécessaire d'allonger le tendon du muscle tibial postérieur. Pour la même raison, il faut donner toute sa valeur à l'allongement du tendon du muscle tibial antérieur (45). Ceci diminue ainsi le risque ou l'importance d'une supination résiduelle de l'avant-pied ou même du développement ultérieur d'un creux interne avec cunéiformisation et subluxation dorsale de l'os naviculaire.

1. Libération des parties molles par voie postéro-interne (45)

Elle comporte une série de gestes visant à allonger les tendons rétractés, à inciser les aponévroses et les gânes tendineuses, à ouvrir certains interlignes articulaires de façon à obtenir la réduction du pied. L'intervention ici décrite s'applique au nourrisson proche de l'âge de la marche à partir de 8 à 10 mois et peut être réalisée pendant toute l'enfance jusqu'à l'âge d'environ 10 ans. Nous déconseillons la chirurgie trop précoce voire néonatale qui n'a pas tenu ses promesses (33).

a) Installation et voie d'abord

L'intervention se déroule sous anesthésie générale complétée souvent par une anesthésie caudale ou péridurale. L'enfant est installé en décubitus dorsal avec surélévation de la fesse opposée de façon à bien orienter la région postéro-interne du pied. Chez le très jeune enfant, il est préférable d'utiliser un garrot pneumatique stérile que l'on met en place après la pose des champs de façon à éviter des brûlures de la face postérieure de la cuisse. L'abord est postéro-médial, l'incision para-achilléenne interne se recourbe au-dessous de la malléole tibiale pour longer le bord interne du pied. La lèvre antérieure de l'incision est réclinée en avant pour faire apparaître la malléole tibiale. La lèvre postérieure est libérée jusqu'au tendon d'Achille.

b) Repérage du paquet vasculo-nerveux et des tendons fléchisseurs.

Ces éléments sont repérés par transparence à travers l'aponévrose superficielle. La gaine du tendon du muscle tibial postérieur et celle du fléchisseur commun des orteils sont incisées de façon à récliner les tendons vers l'avant. Le paquet vasculo-nerveux est mis sur un lac en association avec le tendon du long fléchisseur propre du gros orteil. La dissection est menée progressivement vers le bas pour exposer la capsule articulaire tibio-tarsienne.

c) Libération postérieure et postéro-externe (fig. 5)

Les 3 principaux obstacles sont le tendon d'Achille qu'il faut allonger en Z, la capsule tibio-talienne postérieure qui est ouverte complètement et le nœud fibreux postéro-latéral qui est libéré après repérage du nerf sural et de la veine petite saphène : on sectionne le ligament annulaire externe, ainsi que le ligament calcanéo-fibulaire et le ligament talo-fibulaire. Ainsi, la dorsiflexion de la cheville peut être restaurée et habituellement la supination disparaît.

d) Libération antéro-interne et plantaire (fig. 6) :

Son but est de supprimer un des verrous essentiels du PBVE : le nœud fibreux antéro-

médial qui verrouille non seulement l'adduction du bloc calcanéo-pédieux mais également l'adduction médio-tarsienne. Une libération sélective de la plante est nécessaire pour donner de la longueur à l'arche interne et permettre la correction de l'adduction médio-tarsienne mais la libération plantaire doit être évitée s'il existe une déformation en pied convexe par fausse correction.

- Le tendon distal du muscle tibial postérieur est désinséré de l'os naviculaire en emportant une mince lamelle superficielle de ce tubercule de façon à pouvoir disposer d'un tendon un peu plus long lors de la réinsertion.
- L'articulation talo-naviculaire peut être ouverte après avoir sectionné les ligaments tibio-naviculaires ;
- A la plante, il est souvent nécessaire de sectionner la moitié interne de l'aponévrose plantaire moyenne superficielle
- le muscle abducteur de l'hallux est libéré dans sa moitié proximale de façon à visualiser le septum médial de la plante qui est le plus souvent sectionné et principalement son bord supérieur arciforme qui est épaissi et accolé à la gaine du tendon du fléchisseur commun superficiel réalisant le nœud fibreux antéro-médial.
- A la face dorsale de l'articulation talo-naviculaire, la dissection au ras du squelette permet de sectionner tous les ligaments dorsaux
- A ce stade de l'intervention, le bloc calcanéo-pédieux peut être mobilisé par rapport au talus et au bloc talo-jambier en préservant les structures ligamentaires talo-calcanéennes et tibio-calcanéennes (fig. 10).
- L'ouverture complète de l'articulation médio-tarsienne est souvent nécessaire avec en particulier l'ouverture de l'articulation calcanéo-cuboïdienne.
- Dans la majorité des cas le tendon du muscle tibial antérieur requiert un allongement en Z.

e) Fixation par broche (fig. 11)

Une broche est mise en place dans l'arche interne après avoir corrigé l'adduction-supination du pied. Pour éviter une subluxation de l'os naviculaire, il faut porter le pied en équinisme et

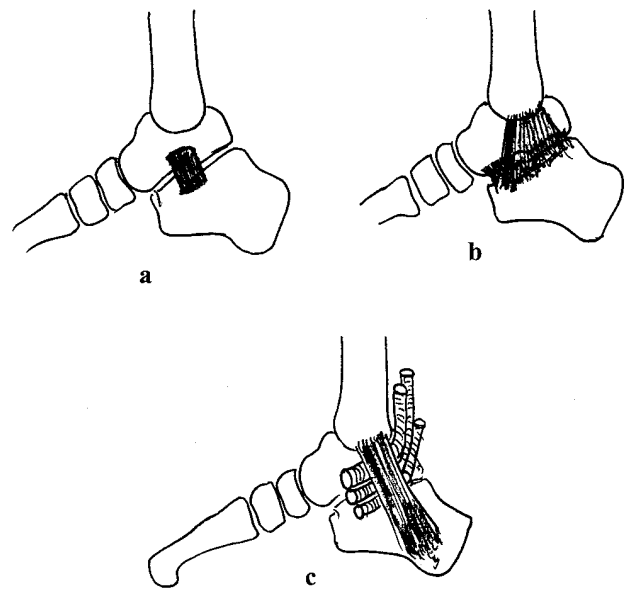


Fig. 10. — Structures à préserver dans la libération des parties molles, pour éviter une hyper-corrrection et une dévascularisation du talus.

- a) ligament interosseux talo-calcanéen
- b) capsules talo-calcanéennes internes
- c) rétinaculum des tendons fléchisseurs (ligament annulaire interne).

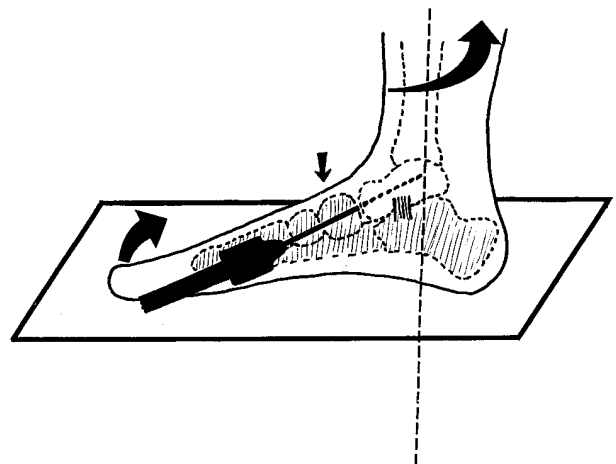


Fig. 11. — Fixation par broche dans l'arche interne. Le bloc talo-jambier est maintenu en rotation interne par un aide, le bloc calcanéo-pédieux est orienté en équin, en abduction avec un appui dorsal sur l'os naviculaire.

mettre un appui manuel sur la partie dorsale de l'os naviculaire.

f) Contrôle peropératoire de la correction par des radiographies

Il faut effectuer des radiographies de profil en flexion dorsale maxima et de face en incidence dorso-plantaire pré-tibiale. S'il persiste une adduction de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied, c'est l'indication d'un temps supplémentaire de résection dans l'arche externe, plus volontiers résection distale du calcaneum (de type Lichtblau) (16, 25) (fig. 12).

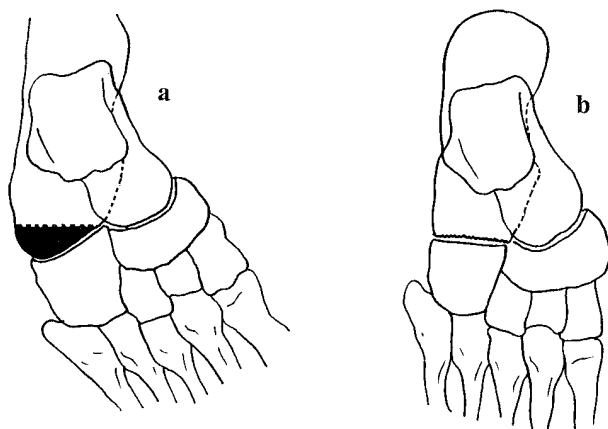


Fig. 12. — Raccourcissement de l'arche externe pour corriger l'adduction médio-tarsienne résiduelle

- a) schéma de la résection distale selon Lichtblau.
b) correction obtenue.

Si l'équinisme de l'arrière-pied persiste il faut vérifier que le nœud postéro-latéral a bien été libéré et si l'explication est liée à une déformation osseuse du talus, il faudra recourir aux plâtres postopératoires successifs à changer tous les 8 jours pour améliorer la correction de l'équin.

S'il persiste une supination résiduelle de l'arrière-pied, il faut vérifier que le bloc calcanéopédieux est bien tourné sous le talus sinon on peut être amené à sectionner quelques éléments entre la malléole tibiale et le calcaneum : rétinaculum des fléchisseurs (ou ligament annulaire interne) en particulier et dans la chirurgie itérative du pied bot, ouverture éventuelle des ligaments de l'articulation sous-talienne.

S'il persiste une adduction du bloc calcanéopédieux, la démarche est identique à la correction d'une supination résiduelle. Cependant, il faut s'assurer au préalable que le rétinaculum des extenseurs (ou le ligament annulaire antérieur du cou-de-pied) a été libéré car il empêche parfois la dérotation du bloc calcanéopédieux sous le talus.

S'il persiste un creux il faut compléter la libération plantaire par une section totale de l'aponévrose plantaire moyenne superficielle et vérifier la section complète de la capsule plantaire médio-tarsienne.

g) Fermeture et suites opératoires

Le garrot est lâché avant la fermeture afin de parfaire l'hémostase, les tendons sont suturés avec un allongement modéré de 10 à 15 mm, l'incision postéro-interne est fermée habituellement sans tension, surtout s'il est prévu d'immobiliser provisoirement le pied pendant une semaine en léger équin de 10°.

Une attelle plâtrée postérieure est confectionnée pour une semaine en légère flexion plantaire (pour diminuer l'œdème post-opératoire) et un plâtre circulaire est effectué vers le 7^e jour avec une anesthésie générale : il s'agit d'un plâtre cruro-pédieux si l'enfant est âgé de moins de 4 ans et d'une botte plâtrée au-delà.

La durée de l'immobilisation par broche et par plâtre est habituellement de 3 mois avec un plâtre de marche à partir du 40^e jour.

2. Autres voies d'abord pour la libération des parties molles

- a) Le double abord : voie postéro-latérale associée à une incision plantaire interne (7).

Ce type d'abord nécessite habituellement le décubitus ventral. L'incision postéro-latérale permet de mieux voir et donc, peut être, de mieux libérer le nœud fibreux postéro-latéral.

- b) Incision de Cincinatti (10)

Cette incision en fer à cheval s'étend depuis la base du 1^{er} métatarsien en dedans, passe au-dessus

du talon et est prolongée sur le bord externe du pied parfois jusqu'à l'articulation calcanéo-cuboïdienne.

Cet abord nécessite habituellement le décubitus ventral et donne un jour particulièrement large sur toutes les structures de l'arrière-pied. Il faut se méfier d'une dissection trop extensive qui pourrait aboutir à une dévascularisation de la coque talonnière.

3. Autres techniques chirurgicales

a) Libération de l'interligne tarso-métatarsien de Lisfranc (19). Cette technique était indiquée lorsque l'adduction résiduelle du pied bot siégeait dans l'interligne tarso-métatarsien, ce qui est assez rare.

b) Ostéotomie des métatarsiens dans des pieds bots invétérés ou après récurrence s'il existe des déformations des métatarsiens qui peuvent requérir des ostéotomies de correction.

c) Ostéotomies calcanéennes de Dwyer (12)

Elles sont rarement utilisées car elles n'ont pas empêché la récurrence des déformations du pied bot.

d) Ostéotomie de l'arche externe

Outre l'ostéotomie distale du calcanéum selon Lichtblau (16, 25), il existe l'ostéotomie de soustraction du cuboïde et la résection calcanéo-cuboïdienne selon Evans (13).

e) Transferts musculaires

La chirurgie de transfert musculaire n'est pas très logique dans le pied bot varus équin idiopathique. Cependant le transfert du muscle tibial antérieur a été longtemps préconisé. Actuellement, c'est la moitié du tendon de ce muscle qui est volontiers transférée sur le bord externe du pied mais cette chirurgie ne supprime pas la supination dynamique de l'avant-pied et il est préférable d'allonger le tendon de ce muscle plutôt que de le transférer.

f) Correction par appareil d'Ilizarov (24)

Cette correction s'adresse essentiellement à des pieds bots invétérés négligés, multiopérés.

g) Ostéotomies du tibia

L'ostéotomie de dérotation externe de jambe est illogique et palliative d'un défaut de correction de l'adduction du pied. L'ostéotomie de dérotation interne de jambe a pu être proposée pour corriger la torsion externe observée parfois en fin de croissance sur des pieds bots multiopérés après dérotation externe abusive du squelette jambier.

L'ostéotomie supra-malléolaire réalisée en fin de croissance peut être utile pour corriger les petits défauts résiduels sur des pieds bots sévères multiopérés très rigides.

h) Double arthrodeuse sous-talienne et médio-tarsienne (8)

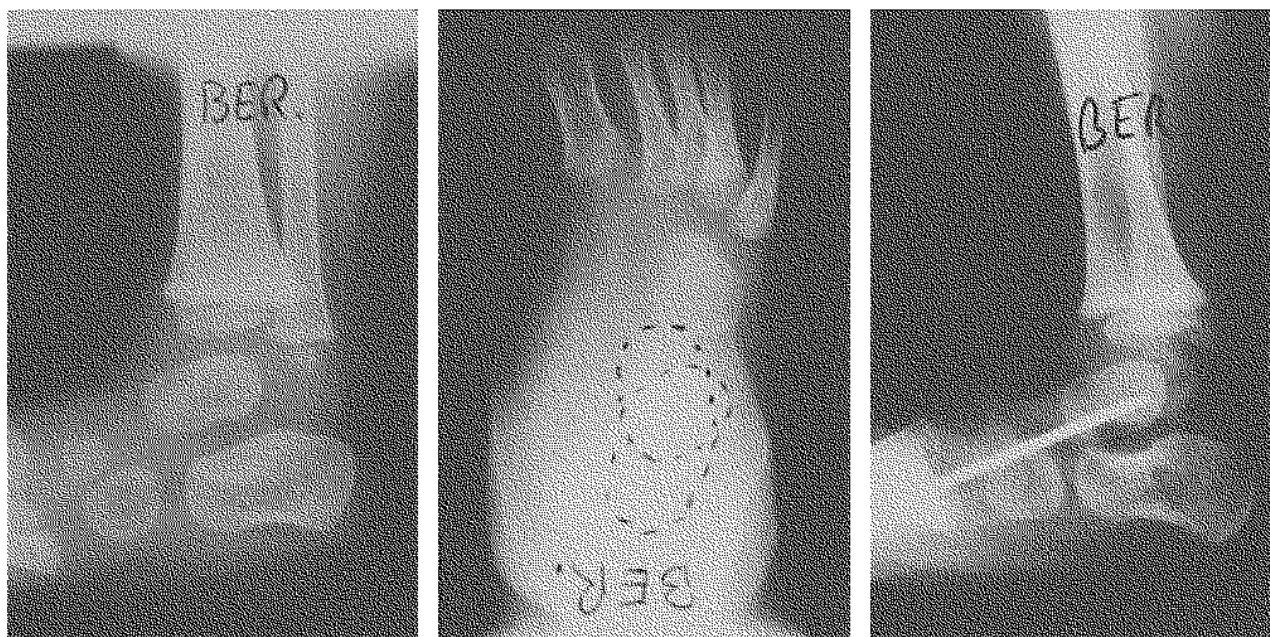
Réalisée en fin de croissance à partir de l'âge de 14 ou 15 ans, elle consiste à fusionner en position corrigée les articulations sous-talienne et médio-tarsienne.

La chirurgie du PBVE fait donc appel à des techniques complexes nécessitant un apprentissage patient auprès de chirurgiens orthopédistes particulièrement entraînés. Même entre les meilleures mains, il persiste un taux de mauvais résultats ou d'échecs qui avoisine 20%. Il semble même qu'avec la fin de croissance un certain nombre de bons résultats se dégradent. En outre, la chirurgie itérative pour récurrence des déformations n'est pas sans danger et peut exposer à des complications ischémiques parfois dramatiques. Tout ceci souligne l'importance du développement dans les premiers mois et les premières années de la vie des méthodes non opératoires pour ne proposer la chirurgie qu'en dernier recours après avoir épuisé toutes les chances du traitement orthopédique (fig. 13).

4. Complications du traitement chirurgical (14, 38)

a) Complications cutanées

La nécrose cutanée est une complication post-opératoire précoce d'où l'intérêt du plâtre réalisé avec anesthésie générale au 8^e jour pour la détecter. L'autre intérêt de ce plâtre différé est que l'on a pu, pendant la première semaine, immobiliser le



a

b

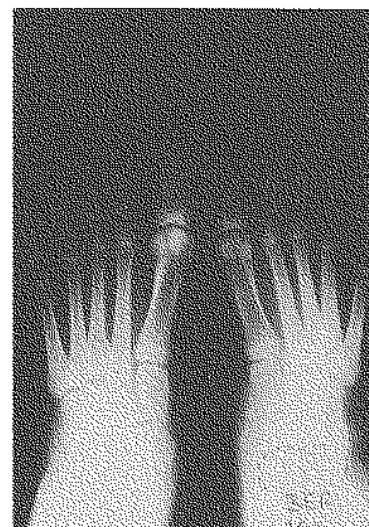
c



d



e



f

Fig. 13. - Exemple d'un enfant traité pour un pied bot varus équin droit par la méthode fonctionnelle avec un résultat jugé insuffisant à l'âge de 2 ans 3 mois, ce qui a rendu nécessaire un traitement chirurgical complémentaire par libération des parties molles associée à un raccourcissement de l'arche externe selon Lichtblau

a et b) aspects radiologiques des déformations résiduelles après traitement conservateur
 c et d) corrections chirurgicales
 e et f) aspects radiologiques en fin de croissance.

pied en léger équin, ce qui représente une prévention tout à fait efficace de la nécrose cutanée. En effet l'œdème post-opératoire est moins important si le pied est en légère flexion plantaire pendant la première semaine post-opératoire et les risques cutanés diminuent donc beaucoup.

Pour cette raison, l'embrochage calcanéo-talo-tibial est déconseillé car il fixe le pied en position de correction maxima et favorise donc les problèmes de cicatrisation cutanée.

b) La récurrence de la déformation en varus équin

Elle est possible après n'importe quel type de traitement précoce ou tardif; elle est parfois accessible à une correction par plâtre mais, si elle est importante, une intervention chirurgicale devient nécessaire. En cas de chirurgie itérative, l'intervention est beaucoup plus délicate, les suites parfois plus difficiles et les résultats plus aléatoires.

c) Raideurs par déformations osseuses

L'aplatissement du talus n'est pas rare et crée une insuffisance de flexion dorsale voire un équinisme.

d) Hypercorrection en valgus et translation externe du pied.

Cette complication s'observe essentiellement après une chirurgie trop extensive des parties molles soit par libération sous-talienne soit par libération plantaire.

e) Le creux interne est une déformation qui peut apparaître en cours d'évolution et qui est souvent liée à l'intervention chirurgicale avec subluxation dorsale de l'os naviculaire et traction excessive du muscle tibial antérieur d'où l'intérêt de l'allongement préventif de ce muscle.

f) Horizontalisation du 1^{er} métatarsien avec défaut d'appui plantaire antéro-interne.

Ce défaut est lié également à la prédominance du muscle tibial antérieur. Il s'observe plus volontiers en cas d'insuffisance tricépitale après allongement du tendon d'Achille à cause du travail accru du long fléchisseur propre du I qui attire

la 2^e phalange en flexion plantaire. La persistance de cette déformation peut aboutir au tableau classique du dorsal bunion.

g) Fracture de stress des métatarsiens

Cette complication est assez fréquente lorsque l'appui est excessif sur le bord externe de l'avant-pied. C'est souvent une simple découverte radiologique et la fracture siège sur le tiers proximal du IV^e ou du V^e métatarsien.

h) Pied calcaneus par insuffisance tricépitale

Avec la croissance d'un pied dont le triceps est devenu pseudo-paralytique, le calcaneum se développe vers le bas, la flexion plantaire diminue pour disparaître et parfois devenir négative, l'avant-pied se creuse, la déformation peut être considérable et la gêne fonctionnelle en rapport.

i) Adduction de l'avant-pied

C'est un défaut assez fréquent qui s'accompagne d'une tendance à la supination dynamique et qui est assez inesthétique. Tantôt le défaut siège dans l'articulation médio-tarsienne, tantôt il est plus distal dans l'interligne de Lisfranc voire même dans les métatarsiens. Le traitement chirurgical est proposé lorsque la déformation est importante et doit tenir compte du siège exact des déformations.

IX. RÉSULTATS

Les résultats du traitement du PBVE sont globalement bons puisque la majorité des enfants peuvent être chaussés normalement et peuvent mener une vie sociale normale. Néanmoins, l'évaluation des résultats n'est pas encore totalement satisfaisante car il faudrait pouvoir disposer d'une grille d'évaluation universelle permettant de comparer les résultats d'une série par rapport à l'autre (15). Il existe de très nombreuses grilles d'évaluation: la plus récente a été mise au point en tenant compte des insuffisances des autres grilles (Ghanem et Seringe (15)) (fig. 14).

ÉVALUATION DES RÉSULTATS DU TRAITEMENT DU PIED BOT VARUS ÉQUIN

GHANEM et SERINGE

MORPHOLOGIE (40 points)

<u>Avant-pied</u> (10 points)	Adduction (4 points)	> 20°	- 4
		> 5° et < 20°	- 2
		> -10° (hyper-correction)	- 2
		add. orteils	- 1
	Creux (2 points)	cambrure exagérée	- 2
		cambrure inexistante	- 1
		convexité	- 2
	Supination (4 points)	majeure (ou dorsal bunion)	- 4
		modérée	- 2
		minime	- 1
<u>Arrière-pied</u> (10 points)	Varus >5°	- 6	
	Neutre ou varus < 5°	- 4	
	Valgus > 10° (hypercorrection)	- 6	
	Translation latérale du pied	- 10	
<u>Divers</u> (10 points)	Adduction globale (4 points)	10° à 24°	- 2
		25° à 40°	- 3
		> 40°	- 4
	Chaussage (4 points)	Chaussures orthopédiques	- 4
		chaussures basket	- 2
	Cicatrices (2 points)	inesthétiques	- 2
<u>Radiologie</u> (10 points)	Divergence talo-calcaneenne (2 points)	de face <15°	- 1
		de profil <15°	- 1
	Dôme talaire (2 points)	légèrement aplati	- 1
		très aplati	- 2
	Subluxation talo-naviculaire (6 points)	<1/3	- 2
		> 1/3	- 6

FONCTION (50 points)

<u>Passive</u> (20 points)	Dorsiflexion pied (8 points)	< -10°	- 8
		<0° et >-10°	- 4
		> 0° et <10°	- 2
	Flexion plantaire (8 points)	< 10° (avec FD>25°)	- 8
		>10° et <30°	- 4
		>30° et <40°	- 2
Mobilité sous-talienne (4 points)	enraidie	- 4	
	1/2 mobilité	- 2	

<u>Active</u> (30 points)	Activités quotidiennes et sportives (8 points)	Sérieusement limitées	- 8
		Moyennement limitées	- 4
		Légèrement limitées	- 2
	Douleurs (8 points)	permanente et sévère	- 8
		modérée, aux activités quotidiennes	- 4
		après activité physique sérieuse	- 2
	Triceps sural	Marche sur la pointe impossible	- 12
		Marche sur la pointe possible mais	
		saut monopode impossible	- 8
		Saut monopode sur la pointe possible mais difficile	- 4
	Long fléchisseur du I (2 points)	non fonctionnel	- 2
		hyperactif	- 2

SATISFACTION PERSONNELLE DU PATIENT (10 points)

Très insatisfait	- 10
Moyennement satisfait	- 5

SCORE TOTAL (100 points)

Procéder par pénalisations en retranchant des points pour chaque défaut en fonction de sa sévérité

Compris entre 85 et 100 points	EXCELLENT
Compris entre 70 et 84 points	BON
Compris entre 60 et 69 points	MOYEN
Score inférieur à 60 points	MAUVAIS

Fig. 14. — Critères d'évaluation des résultats (grille de Ghanem et Seringe).

X. CONCLUSION

Le PBVE est une anomalie congénitale complexe qui est souvent corrigée par des interventions chirurgicales. La chirurgie nécessite un apprentissage patient auprès de spécialistes particulièrement entraînés. Même entre les meilleures mains, il persiste un taux de résultats insuffisants ou d'échecs qui avoisine 20%. Il semble même qu'avec la fin de la croissance, un certain nombre de bons résultats se dégradent. La chirurgie itérative n'est pas sans danger et ses résultats sont moins bons que ceux de la chirurgie primaire. Tout ceci souligne l'importance du développement des méthodes non opératoires dans les premiers mois et les premières années de la vie.

OUVRAGES CONSEILLÉS

- Carlioz H. et Pous J. G.
Le pied bot varus équin
Cahier d'enseignement de la SOFCOT n°3
Expansion Scientifique Française, PARIS, 1977
- Carlioz H. et Pous J. G.
Pied bot varus équin congénital
Cahier d'enseignement de la SOFCOT n°43
Expansion Scientifique Française, Paris, 1993
- Epeldegui T.
Conceptos y controversias sobre el pie zambo
A. Madrid Vicente, Ediciones, Madrid, 1993
- Fripp A. and Shaw N.
Clubfoot
E. and S. Livingstone, Edinburgh, 1967
- Imhauser G.

The idiopathic clubfoot and its treatment
G. Thieme Verlag, Stuttgart, 1986

Ponseti I.

Congenital clubfoot. Fundamentals of treatment
Oxford University Press, Oxford, 1996

Simons G.

The clubfoot. The present and a view of the future
Springer — Verlag, New-York, 1993

Turco V.

Clubfoot
Churchill Livingstone, New-York, 1981

RÉFÉRENCES

- Adamsbaum C., Kalifa G., Seringe R. Pieds bots congénitaux ou déformation congénitale des pieds. Ed. Techniques — Encycl. Med. Chir. (Paris, France) Radio diagnostic II, 31.110, A-10, 6-1990, 7 p.
- Bensahel H., Csukonyi Z., Desgrippes Y., Chaumien J. P. Surgery in residual clubfoot : one stage medioposterior release «à la carte». J. Ped. Orthop., 1987, 7 : 145-148.
- Bensahel H., Guillaume A., Csukonyi Z., Desgrippes Y. Results of physical therapy for idiopathic clubfoot : a long term follow-up study. J. pediatri. Orthop., 1990, 10, 189-192.
- Böhm M. The embryologic origin of clubfoot. J. Bone Joint Surg., 1929, 11, 229-259.
- Carlioz H. Idiopathic clubfoot. Post-graduate lectures, 1 st European Congress of orthopaedics, 1993, Efort, Masson, Paris, 139-148.
- Carlioz H., Pous J. G. Pied bot varus équin congénital. Cahier d'enseignement de la SOFCOT N° 43. Expansion Scientifique Française, Paris, 1993.
- Carroll N. Pathoanatomy and surgical treatment of resistant clubfoot AAOS. Instr. Course Lec, 1988, 37 : 93-106.
- Chaix O., Taussig G. La double arthrodeèse dans le traitement du pied bot varus équin congénital. Rev. Chir. Orthop., 1983, 69 (suppl. II) : 141-148.
- Clavert J. M. Pathogenie du pied bot varus équin congénital. In : Carlioz H. et Pous J. G. eds. Pied bot varus équin congénital. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Expansion Scientifique Française, Paris, 1993, 33-40.
- Crawford A., Marxen J., Osterfeld D. The Cincinnati incision. A comprehensive approach for surgical procedure of the foot and ankle in childhood. J. Bone Joint Surg., 1982, 64-A, 1355-1358.
- Dimeglio A., Bensahel H., Souchet P. *et coll.* Classification of clubfoot. J. Pediatr. Orthop., Part. B, 1995, 4, 129-136.
- Dwyer F. The treatment of relapsed clubfoot by the insertion of a wedge into the calcaneum. J. Bone Joint Surg., 1963, 45-B, 67-75.
- Evans D. Relapsed clubfoot. J. Bone Joint Surg., 1961, 43-B, 722-733.
- Filipe G., Klaue K. Resultats à long terme, reprises tardives, séquelles. In : Carlioz H. et Pous J. G. eds., Pied Bot Varus Equin Congenital. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Expansion Scientifique Française, Paris, 1993, 73-86.
- Ghanem I., Seringe R. Comparaison des méthodes d'évaluation des résultats du traitement du pied bot varus équin congénital. Rev. Chir. Orthop., 1995, 81, 616-621.
- Ghanem I., Zeller R., Miladi L., Seringe R. La résection distale infra-articulaire du calcanéum dans le traitement du pied bot congénital sévère ou récidivant. Rev. Chir. Orthop., 1995, 81, 709-715.
- Greider T., Siff S., Gerson P., Donovan M. Artériographie in clubfoot. J. Bone Joint Surg., 1982, 64-A, 837-840.
- Herzenberg J., Carroll N., Christofersen M. *et coll.* Clubfoot analysis with three dimensional computer modeling. J. Pediatr. Orthop., 1988, 8, 257-262.
- Heyman C., Herndon C., Strong J. Mobilization of the tarsometatarsal and intermetatarsal joints for the correction of the forepart of the foot in congenital clubfoot or congenital metatarsus varus. J. Bone Joint Surg., 1958, 40-A, 299-309.
- Irani R., Sherman M. The pathological anatomy of idiopathic clubfoot. J. Bone Joint Surg., 1963, 45-A, 45-52.
- Lapidus P. Kinesiology and mechanical anatomy of the tarsal joints. Clin. Orthop., 1963, 30, 20-28.
- Lascombes P. Pied bot varus équin idiopathique congénital. Description et conduite à tenir avant l'âge de 2 ans. In : Conférences d'enseignement 1990, p. 67-84 (Cahier d'enseignement de la SOFCOT, n° 38). Paris, Expansion Scientifique Française, 1990.
- Lascombes P. Réduction chirurgicale initiale et ses résultats. In : Carlioz H. et Pous J. G. eds. Pied bot varus équin congénital. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Expansion Scientifique Française. Paris, 1993, p. 55-63.
- Laville J. M., Collin J. F. Traitement du pied bot varus équin récidivé ou négligé par appareil d'Ilizarov. Rev. Chir. Orthop., 1992, 78, 485-490.
- Lichtblau S. A medial and lateral release operation for clubfoot. A preliminary report. J. Bone Joint Surg., 1973, 55, 1377-1384.
- Lubrano Di Diego J. G., Noyer D., Daudet M. *et coll.* Un nouvel appareillage orthopédique du traitement du pied bot varus équin congénital : l'attelle articulée active-passive. Chir. Pédiatr., 1979, 20, 371-373.
- MacConnail M., Basmajian J. Muscles and movements : chap. IV. Composite and consequential movements, muscles and movements, p. 36-51. Baltimore. Williams and Wilkins Co., 1969.
- Masse P., Daniel L. Rééducation au cours du traitement des pieds bots varus équins congénitaux. Encycl. Med.

- Chir. Kinésithérapie. Rééducation fonctionnelle. 3, 24, 10, 26428 B-10.
29. Masse P., Benichou J., Dimeglio A. *et coll.* Pied bot varus équino congénital. Rev. Chir. Orthop., 1976, 62 (suppl. II), 37-50.
 30. McKay D. New concept and approach to clubfoot treatment : section II. J. Pediatr. Orthop., 1983, 3, 10-21.
 31. Metaizeau J. P., Rumeau F., Beltramo F., Prevot J. Application de l'informatique à l'étude du traitement chirurgical du pied bot varus équino. Rev. Chir. Orthop., 1987, 73, 491-500.
 32. Metaizeau J. P., Lemelle J. L. Continuous passive motion in the treatment of the congenital clubfoot. Med. Orth. Tech., 1991, 111, 194-198.
 33. Pous J. G., Dimeglio A. A neonatal surgery in clubfoot. Orthop. Clin. North. Am., 1978, 9, 933-240.
 34. Pous J. G., Milon E. L'examen initial ... et les autres. In : Carlioz H. et Pous J. G. Eds. Pied bot varus équino congénital. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Expansion Scientifique Française, Paris, 1993, 21-31.
 35. Scott W., Hosking S., Catterall A. Clubfoot. Observations on the surgical anatomy of dorsiflexion. J. Bone Surg., 1984, 66-B, 71-76.
 36. Seringe R. Talipes equinovarus : reflection on treatment of clubfoot. Read at third annual Pédiatrie Orthopaedic International Seminar. Chicago, May 1975.
 37. Seringe R. Anatomie pathologique du pied bot varus équino. I. Les défauts ostéo-articulaires à la naissance. Ann. Chir., 1977, 31, 107-111.
 38. Seringe R. Anatomie pathologique du pied bot varus équino. II. Les défauts ostéo-articulaires du pied déjà traité ou en cours de traitement. Ann. Chir., 1997, 31, 113-118.
 39. Seringe R. Le pied bot varus équino congénital idiopathique. Etude radiologique. Ann. Chir. Inf., 1977, 18, 97-114.
 40. Seringe R. Anatomie pathologique. In : Carlioz H. et Pous J. G. Pied bot varus équino congénital. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Expansion Scientifique Française, Paris, 1993, 7-20.
 41. Seringe R., Bonvin J. C., Miladi L., Fassier F. Traitement chirurgical du pied bot varus équino congénital idiopathique par libération des parties molles. Rev. Chir. Orthop., 1986, 72 (Suppl. II) : 63-65.
 42. Seringe R., Chedeville R. Traitement non chirurgical. In : Carlioz H. et Pous J. G. Eds. Pied bot varus équino congénital. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Expansion Scientifique Française, Paris, 1993, p. 41-54.
 43. Seringe R., Atia R. Pied bot varus équino congénital idiopathique : résultats du traitement fonctionnel (269 pieds). Rev. Chir. Orthop., 1990, 76, 490-501.
 44. Seringe R., Miladi L. Comparative evaluation of two surgical techniques with and without subtalar release. In : Simons G. ed. The clubfoot. The present and a view of the future. Springer Verlag, New-York, 1994, p. 463-467.
 45. Seringe R., Zeller R. Chirurgie du pied bot varus équino. Encycl. Med. Chir. (Paris, France). Techniques chirurgicales orthopédie traumatologie 44.921, 1995, 9 p.
 46. Simons G. Complete subtalar release in clubfeet. J. Bone Joint Surg., 1985, 67-A, 1044-1065.
 47. Taussig G. La méthode dite fonctionnelle du traitement du pied bot varus équino congénital. A propos de 64 cas arrivés en fin de croissance. J. Readapt. Med., 1983, 3, 167-172.
 48. Turco V. Resistant congenital clubfoot. One-stage postero medial release with internal fixation. J. Bone Joint Surg., 1979, 61-A, 805-814.
 49. Wedge J., Alms M. A method of treating clubfeet with malleable splints. J. Pediatr. Orthop., 1983, 3, 108-112.
 50. Wientroub S., Khermosh O. A new orthosis for the management of clubfoot and other foot and leg deformities in infancy and early childhood. J. Pediatr. Orthop., 1991, 11, 485-487.
 51. Wynne-Davies R. Genetics and environmental factors in the etiology of talipes equino varus. Clin. Orthop., 1972, 84, 9-18.

SAMENVATTING

R. SERINGE. Congenitale klompvoet.

De congenitale klompvoet is vaak geassocieerd met neuromusculaire, chromosomale en syndromatische aandoeningen. Dit overzicht zal alleen de ideopatische klompvoet in een anderzijds normaal kind bespreken. Heden ten dage wordt algemeen aangenomen dat de klompvoet het gevolg is van een defect in de rotatie-elevatie mechanismen welke normaal tussen de 9de en de 10de foetale week moet plaatsvinden. Verschillende factoren beïnvloeden deze embryonale ontwikkeling : genetische, neurologische, musculaire, omgevings en toxische factoren. Moderne begrippen van anatomie en fysiologie van de voet laten toe om de deformaties beter te verstaan : calcaneo-voorvoet blok, dubbele betrokkenheid van het talo-naviculare gewricht en relatieve supinatie van de achtervoet. De osteo-articulaire deformaties tasten vnl calcaneum, talus en naviculare aan. Zij zijn geassocieerd aan de articulaire stijfheid tgv fibreuze retracties : posterolaterale, anteromediale en anterolaterale fibreuze knopen. De prenatale diagnose is mogelijk via echografie, normaal uitgevoerd op de 20ste week. Nochtans is het alleen het klinisch onderzoek postnataal welke toelaat de ernst van de klompvoet in te schatten aan de hand van reduceerbaarheid,

huidplooien en spieratrofie. Beeldvorming (in het bijzonder standaard RXen) zijn nutteloos voor de diagnose. Ze zijn wel van belang in de follow-up, de evaluatie van restletsels en chirurgische indicaties. De conservatieve behandeling wordt eerst uitgevoerd. Deze geeft in ervaren handen een succesrate van 70 to 80%. De chirurgische behandeling dient om de conservatieve behandeling te vervolledigen door de fibreuse retractsies vrij te maken. Nadien wordt de voet 2 a 3 maanden geïmmobiliseerd. Men moet de mogelijke complicaties kennen om ze te kunnen voorkomen of zo nodig adequaat te behandelen. De resultaten zijn, ondanks de technische moeilijkheid van behandeling en de mogelijkheid tot recidief tijdens de groei, toch behoorlijk goed. Follow-up is noodzakelijk tot het einde van de groei.

RÉSUMÉ

R. SERINGE. Pied bot varus équin congénital.

Le pied bot varus équin n'est souvent qu'un élément d'une maladie neuro-musculaire, une aberration chromosomique ou un syndrome malformatif. Sera seulement envisagé ici le pied bot varus équin congénital dit idiopathique ou essentiel, c'est-à-dire survenant chez un enfant indemne de toute autre pathologie. On considère actuellement qu'il s'agit d'un défaut dans le mécanisme de relèvement spontané du pied qui devrait survenir vers la 9^e ou la 10^e semaine de développement embryonnaire ce défaut relevant lui-même de plusieurs facteurs possibles, génétique, neurologique, musculaire, environnemental, toxique.

Une meilleure compréhension des déformations du pied bot est rendue possible grâce à des notions modernes d'anatomie et de physiologie du pied : bloc calcanéopédieux, double appartenance de l'articulation talona-

viculaire, notion de supination «relative» de l'arrière-pied. Les déformations ostéo-articulaires concernent principalement le talus, le calcanéum et l'os naviculaire avec des raideurs articulaires liées aux rétractions des parties molles parmi lesquelles sont individualisés les nœuds fibreux postéro-latéral, antéro-médial et antéro-latéral.

Le diagnostic anté-natal est possible par l'échographie habituellement pratiquée vers la 20^e semaine de grossesse mais seul l'examen clinique à la naissance permet d'évaluer le degré de gravité du pied bot en fonction de sa réductibilité, de l'existence de sillons cutanés et de l'importance de l'atrophie musculaire associée. Les méthodes d'imagerie (surtout radiographie standard), inutiles pour le diagnostic, sont nécessaires pour la surveillance et l'évaluation des défauts résiduels ainsi que pour les indications à un éventuel traitement chirurgical.

Le traitement du pied bot fait appel à des techniques orthopédiques et chirurgicales diverses. Il est usuel de commencer par un traitement conservateur qui permet pour les équipes entraînées, d'obtenir un taux très élevé de correction jugée satisfaisante, permettant d'éviter la chirurgie dans 70 à 80% des cas. Le traitement chirurgical est complémentaire de la correction obtenue par les méthodes orthopédiques ; il consiste à libérer les parties molles rétractées et à immobiliser le pied en bonne position pendant une période de 2 à 3 mois en post-opératoire.

Les traitements ne sont pas exempts de complications qu'il faut connaître pour les prévenir et pour leur opposer si nécessaire un geste thérapeutique adapté. Les résultats du traitement du pied bot sont globalement satisfaisants malgré les difficultés thérapeutiques et les récurrences en cours de croissance toujours possibles. La surveillance doit donc être poursuivie jusqu'à la fin de la croissance.