

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
ANATOMIE	10
I.Ostéologie :	11
A. Le tarse postérieur :.....	11
B. Le tarse antérieur :	12
II.Articulations du pied :	14
A. Articulation tibio-tarsienne :.....	14
B. Articulation sous talienne :	16
C. L'articulation médio tarsienne (chopart)	16
ETIOPATHOGENIE DU PBVE	19
ANATOMIE PATHOLOGIQUE DU PBVE	24
MATERIEL ET METHODES	28
I.Présentation de la série :	29
II.Critères d'inclusion :	29
III.Critères d'exclusion :	29
IV.Les variables étudiées :	29
V.La collecte de données :	30
VI.Analyse statistique :	33
VII.Ethique :	33
VIII.Outils du diagnostic :	33
1. Diagnostic positif :	33
2. Diagnostic de gravité :	33

IX. Technique thérapeutique :	35
1. La réalisation des plâtres :	35
2. La ténotomie du tendon calcanéen :	37
3. Le plâtre post ténotomie :	38
4. L'attelle d'immobilisation :	38
X. Critères d'évaluation :	39
RESULTATS ET ANALYSES	40
I. Epidémiologie :	41
1. Répartition selon l'âge de consultation :	41
2. Répartition selon le sexe :	42
3. Antécédents :	42
II. Clinique :	43
1. La localisation de l'atteinte :	43
2. Diagnostic de gravité :	44
III. Le traitement :	45
1. Le début de la prise en charge (le premier plâtre effectué) :	45
2. Le nombre de plâtres effectués pour chaque pied :	46
3. Le nombre de plâtres réalisés selon le grade de sévérité du pied :	47
4. La durée de chaque plâtre :	47
5. La ténotomie du tendon calcanéen :	47
6. Le plâtre post ténotomie :	47
7. L'attelle d'immobilisation :	47

IV.Evolution :	48
A. Recul :	48
B. Complications :	48
1. Complications liées aux plâtres :	48
C. Evaluation des résultats globaux de notre série :	48
1. Critères d'évaluation :	48
2. Résultats globaux :	49
DISCUSSION :	53
I.Définition du PBVE :	54
II.Démarche diagnostic :	55
A. Diagnostic anténatal :	55
B. Diagnostic clinique :	55
C. Diagnostic étiologique :	58
D. Diagnostic de gravité : Les différentes classifications morphologiques de PBVE idiopathique :	58
1. La classification morphologique du A. Dalmonté :	58
2. La classification morphologique de Harrold :	59
3. La classification de Diméglio et Bensahel :	59
4. La classification ou le score de Pirani :	66
III.Imagerie PBVE :	68
A. Radiographie standard :	68
B. Echographie :	73

C. Tomodensitométrie :	76
D. Imagerie par résonance magnétique (IRM) :	77
IV.Traitement :	78
A. Objectifs :	78
B. Moyens thérapeutiques :	78
1. Technique de Ponseti :	79
2. Technique fonctionnelle :	104
3. Technique mixte :	108
V.Evaluation des résultats :	109
A. Le Fonctional Rating System (F.R.S) de Laavag et Ponseti :	109
B. La classification de Ghanem et Seringe :	110
C. La classification de J.Gonzales Ferre et J.Lloret :	115
D. La classification du A. Dalmonté :	115
E. Notre technique d'évaluation :	116
F. Analyse des résultats :	117
1. Selon la sévérité initiale du pied :	117
2. Selon l'âge du début des séries de plâtres :	118
3. Selon le sexe de l'enfant :	118
4. Analyse des cas d'échecs :	119
CONCLUSION	120
RESUMES.....	122
REFERENCES.....	126

ABREVIATIONS

IRM	: Imagerie par Résonance Magnétique
BCP	: Bloc Calcanéo-Pédieux
DB	: Denis Browne
FD	: Flexion Dorsale
FRS	: Functional Rating System
PBVE	: Pied Bot Varus Equin
TC	: Tendon Calcanéen

INTRODUCTION

Le mot pied bot, vient du mot grec « pedesequinae » [1], qui veut dire : pied contre fait ou déformé.

Le PBVE est souvent idiopathique, mais il peut être secondaire notamment à des affections neurologique, neuromusculaire ou syndromique [2].

C'est une déformation complexe, tridimensionnelle et irréductible, des os du pied, de leurs articulations et des parties molles. Ces déformations ont pour conséquence un enraidissement en mauvaise position du pied et la cheville responsable d'un handicap en l'absence d'un traitement efficace.

Son traitement fait appel essentiellement au moyen orthopédique complété éventuellement par la chirurgie [3].

Le traitement conservateur fait appel essentiellement à deux techniques : la méthode fonctionnelle et celle de Ponseti.

On peut attribuer à Ignacio V. Ponseti le développement d'une technique complète pour traiter le pied bot varus équin. Cette technique est basée sur ses expériences avec la myriade de traitements étant déjà appliqués et de ses observations en clinique et en salle d'opération, aussi bien que ses dissections anatomiques et l'analyse par la radiocinématographie.

Un des principes importants de cette technique est le concept que les tissus du pied d'un nouveau-né, en incluant les tendons, les ligaments, les capsules articulaires et les os tarsaux non ossifiés, produiront une pression douce au fil des années.

Ce processus a été démontré par Pirani et collègues, qui ont utilisé l'imagerie à résonance magnétique (IRM) pour caractériser le changement dans la forme du talus, de l'os naviculaire, du calcaneus et du cuboïde pendant le procédé de moulage.

En outre, on retrouve ce concept général fréquemment partout en orthopédie, où il est impliqué dans l'étiologie de quelques pathologies et utilisé pour traiter d'autres. La loi Heuter–Volkman décrit le processus par lequel les forces déformantes peuvent altérer la croissance de l'os.

En utilisant ces principes et sa compréhension d'anatomie de pied bot et de la cinétique, Dr Ponseti a commencé à utiliser cette technique en 1948. Depuis ce temps-là, beaucoup de publications par différents centres ont corroboré son succès.

En appliquant ces techniques aux pieds bots dans les premières semaines de vie, les médecins devraient être capables de corriger avec succès la plupart des cas de pieds bots sans recourir à une chirurgie réparatrice importante. Le processus de traitement en utilisant la technique de Ponseti peut être logiquement divisé en 2 phases : la phase de traitement pendant laquelle la difformité est corrigée complètement, et la phase d'entretien pendant laquelle une attelle avec abduction de pied est utilisé pour prévenir la récurrence. Pendant chacune de ces phases, l'attention aux détails de la technique est essentielle. Les erreurs de traitement peuvent mener à des difformités iatrogènes, une correction incomplète et des récurrences. [4]

A travers une série rétrospective de 124 pieds bots varus équins idiopathiques traités au service de traumatologie–orthopédie pédiatrique de C.H.U HASSAN II, on va analyser et discuter les aspects cliniques, paracliniques et thérapeutiques, et les comparer à ceux d'autres séries.

L'objectif de notre travail est de :

- Rapporter l'expérience de notre service en matière de technique de Ponseti.
- Evaluer l'efficacité de cette technique dans la prise en charge des PBVE.
- Déterminer les facteurs influençant l'efficacité de cette technique.

ANATOMIE

I. Ostéologie :

Le squelette du cou-de-pied est formé par l'extrémité inférieure du tibia et du fibula solidarisés par l'articulation tibio-fibulaire inférieure formant une mortaise où se fixe le Talus.

Le tarse est constitué par 7 os courts, il représente, à lui seul, la moitié supérieure du squelette du pied, et s'élargit d'arrière en avant du tarse postérieur au tarse antérieur.

A.Le tarse postérieur :

Formé par 2 os superposés de haut en bas : le Talus et le calcanéus.

1. Le talus (astragale) :

C'est un os court placé en superstructure au-dessus de la voûte plantaire, et solidement enclavé entre la mortaise tibio-fibulaire, le calcanéus et le naviculaire. Il est cubique, allongé dans le sens antéropostérieur. Et on lui distingue trois parties : le corps, le col et la tête.

2. Le calcanéus (calcanéum) :

Le calcanéus est le plus volumineux des os du tarse, dont il continue la partie postéro-inférieure, au-dessous du Talus. Il peut être divisé morphologiquement en trois portions :

- Le corps, qui forme le squelette du talon.
- La grande apophyse, qui s'articule en avant avec le cuboïde.
- La petite apophyse, qui surplombe en haut et en avant la gouttière calcanéenne.

B. Le tarse antérieur :

Comprend 5 os juxtaposés :

- Au niveau du 1/3 externe du pied : le cuboïde.
- Au niveau des 2/3 internes : le naviculaire (postérieur) et les trois cunéiformes (antérieurs).
- Le naviculaire, en forme de « nacelle » : est plus large que haut, et aplati d'avant en arrière. Son aspect est arqué, à convexité supérieure, entre la tête du talus et les trois cunéiformes.
- On lui distingue 4 faces (antérieure, postérieure, supérieure et inférieure) et deux extrémités (interne et externe).

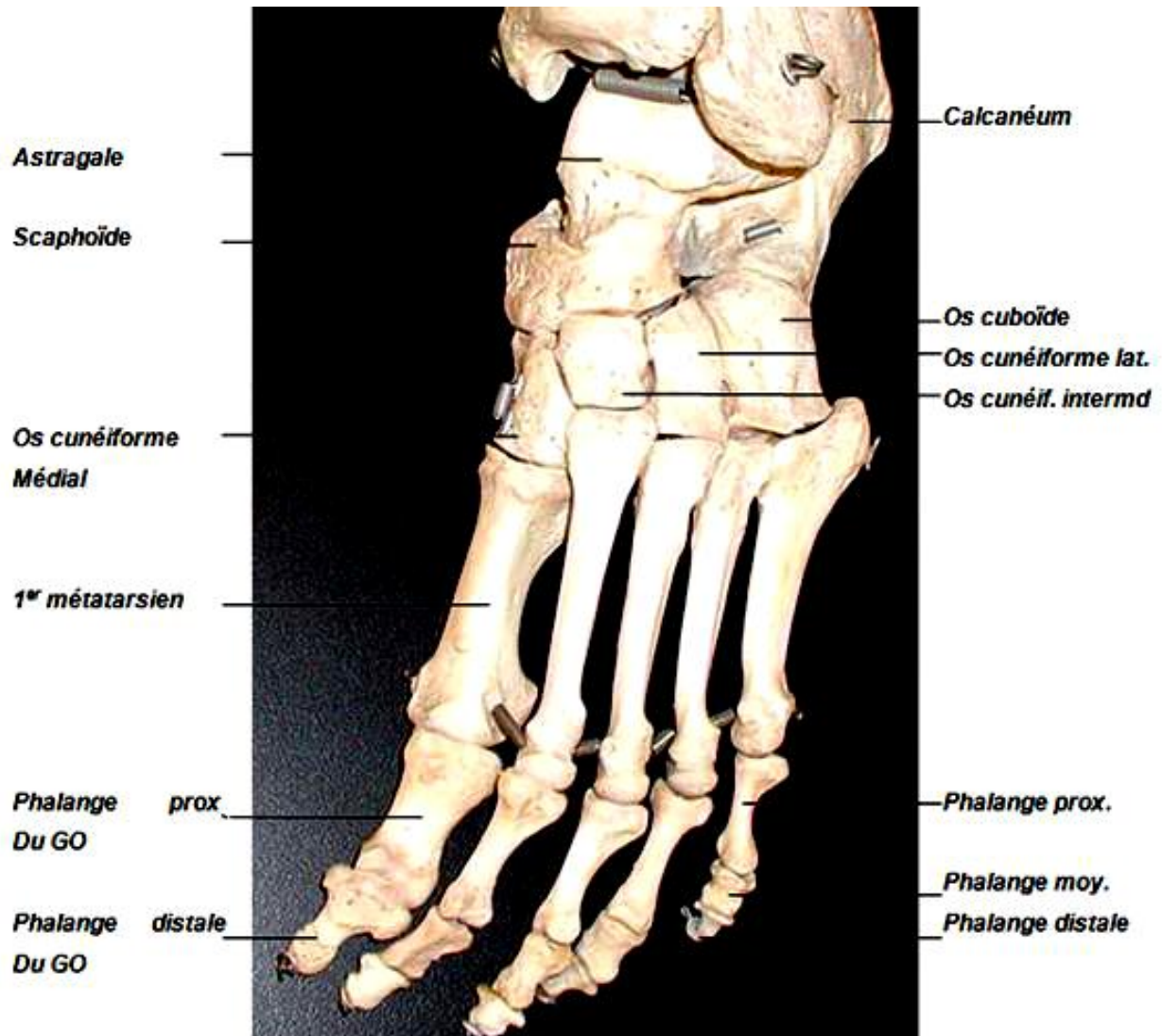


Figure (1) : Vue antérieure du squelette du pied (Laboratoire d'anatomie, faculté de médecine de Fès) ; Astragale= Talus ; Scaphoïde= Os naviculaire ; Calcaneum= Calcaneus ; GO (Gros Orteil)= Hallux.

II. Articulations du pied :

A.Articulation tibio-tarsienne :

Réunissant la jambe au pied, c'est une articulation trochléenne qui met en présence trois os : le Tibia, le Fibula et le Talus.

1. Les surfaces articulaires :

Les surfaces articulaires, Tibia et Fibula forment : la mortaise tibio-fibulaire, où vient s'encaster le tenon talien, est constitué par la face supérieure et les faces latérales du corps du Talus.

2. Les moyens d'union :

Ils comprennent une capsule et des ligaments dont les plus importants sont les ligaments latéraux.

3. Les ligaments :

Le ligament antérieur et le ligament postérieur ne sont que des renforcements inconstants de la capsule.

Le ligament latéral externe, comprend trois faisceaux : antérieur, moyen et postérieur.

Le ligament latéral interne. Le plus résistant, il comprend deux plans.

- Le plan profond tibio-talien est formé de deux faisceaux antérieure et postérieure.
- Le plan superficiel, tibio-trans-talien forme le ligament deltoïdien de Faraboeuf.

4. La synoviale :

Tapissant la face profonde de l'articulation.

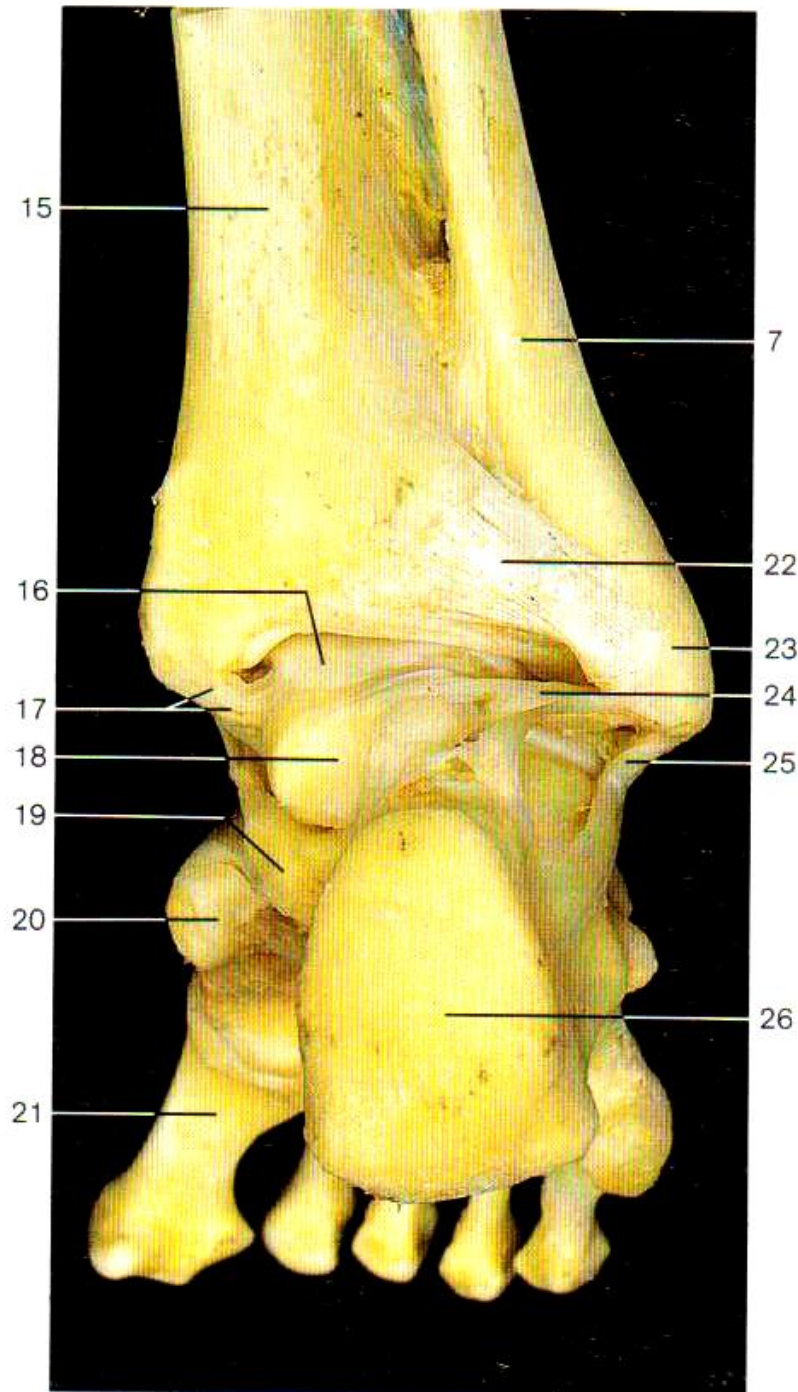


Figure (2) : Ligaments de l'articulation talo-crurale (vue dorsale, jambe droite)(7) Fibula (péroné) (15) Tibia (16) Trochlée du talus, surface supérieure (17) Ligament médial (deltoïde) de la cheville (partie tibio-talienne postérieure) (18) Talus (19) Sustentaculum tali (20) Os naviculaire (21) 1^{er} métatarsien (22) ligament tibio-fibulaire postérieur (23) Malléole latérale (24) Ligament Talo-fibulaire postérieur (25) Ligament calcanéofibulaire (26) Tubérosité du calcaneus (Laboratoire d'anatomie, faculté de médecine de Fès)

B. Articulation sous talienne :

1. Les surfaces articulaires :

Forment une double arthrodie avec deux facettes pour chaque os, séparées par le sinus du tarse.

2. Les ligaments :

Comprennent deux ligaments périphériques, et un ligament interosseux qui est le plus important : situé dans le sinus du tarse, et porte parfois le nom de « ligament en haie ».

C.L'articulation médio tarsienne (chopart)

Unit le tarse postérieur au tarse antérieur. Encore connue sous le nom d'articulation de chopart, elle se compose anatomiquement de deux articulations distinctes :

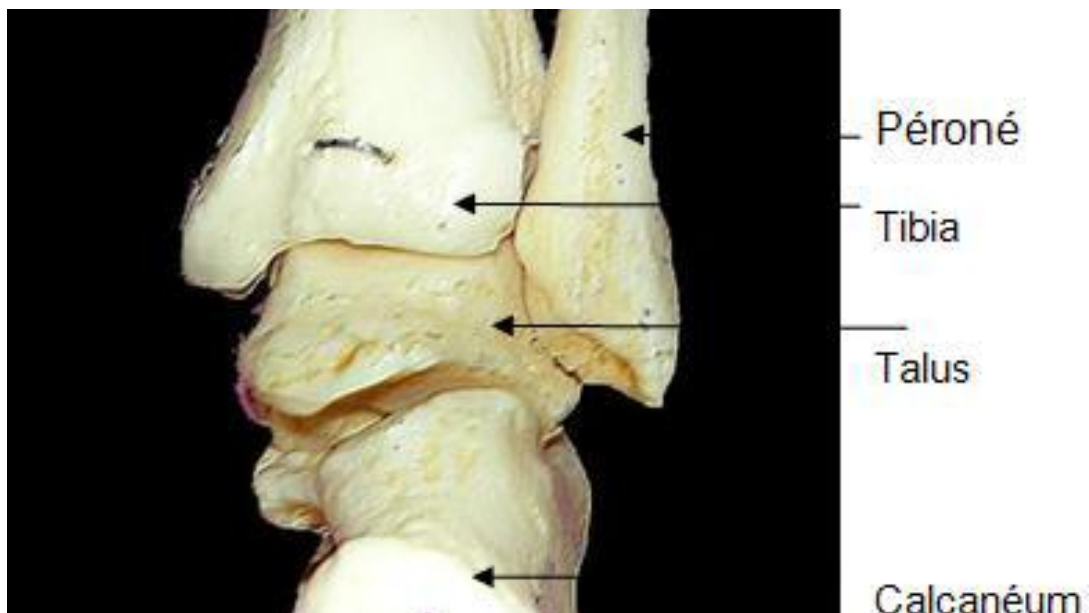


Figure (3) : Vue postérieure montrant l'articulation sous-talienne (Laboratoire d'anatomie, faculté de médecine de Fès) ; Péroné= Fibula ; Calcaneum= Calcaneus.

1. L'articulation talo-naviculaire :

En dedans,

- Surfaces articulaires :
 - En arrière : la tête du talus, subdivisée en trois portions : naviculaire, ligamentaire et calcanéenne.
 - En avant : la cavité glénoïde du naviculaire.
- Les ligaments :
 - Sa couche profonde forme « le ligament glénoïdien »
 - Sa couche superficielle joue un rôle important dans le maintien de la voûte plantaire dans la station debout et dans la marche.
- Synoviale : commune avec celle de l'articulation talo-calcanéenne antérieure, elle pousse de grosses franges entre les deux couches du ligament calcanéonaviculaire inférieur.

2. L'articulation calcanéocuboidienne est une trochoïde :

En dehors :

-Surfaces articulaires :

- En arrière : la face antérieure du calcanéus.
- En avant : la face postérieure du cuboïde, « en selle ».

-Ligaments :

- Calcanéocuboidien supérieur ou dorsal.
- Calcanéocuboidien inférieur ou plantaire.

-Synoviale : elle émet un diverticule externe.

Le ligament de chopart, en Y, ou bifurqué, il se divise en deux branches d'un Y : (faisceau externe et interne).

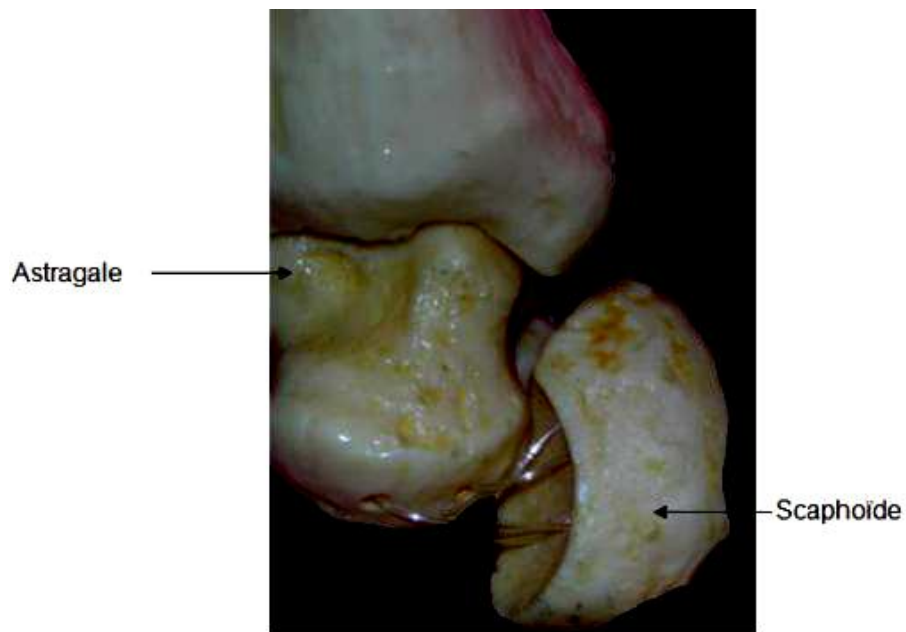


Figure (4) : Vue antérieure de l'articulation talo-naviculaire (talo-scaphoïdienne).

(Laboratoire d'anatomie, faculté de médecine de Fès) ; Astragale= Talus ;

Scaphoïde= Os naviculaire.

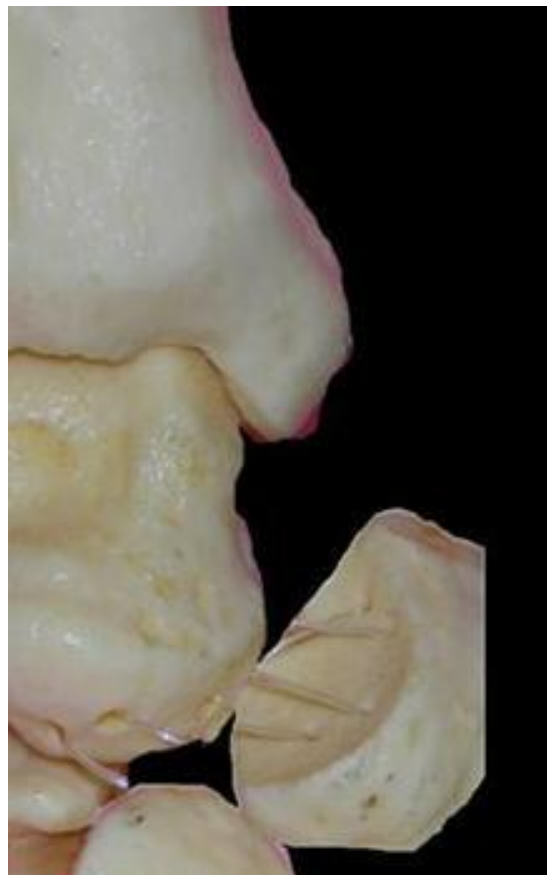


Figure (5) : Vue postérieure de l'articulation calcanéocuboïdienne (Laboratoire

d'anatomie, faculté de médecine de Fès)

ETIOPATHOGENIE DU PBVE

Aucune théorie ne peut expliquer à elle seule la pathogénie du PBVE. On peut actuellement conclure à une étiologie plurifactorielle survenant précocement dans le développement embryonnaire. [5]

Voici les principales théories existant sur le PBVE sans qu'aucune ne soit unanimement admise :

- Certains facteurs génétiques sont reconnus comme augmentant la probabilité de développement du PBVE. Il y a des familles à PBVE et des transmissions de parents aux enfants ;
- Arrêt du développement embryonnaire : dans le développement embryonnaire normal, le pied est d'abord comme un PBVE, en équin, en varus et en adduction (aux alentours de la 8^{ème} semaine de gestation). Puis il se redresse normalement progressivement et devient normal vers 14 semaines. Le PBVE est un « pied qui ne s'est pas redressé ». Le PBVE serait donc présent depuis la 8^{ème} semaine in utero ;
- Rétraction fibreuse : des études anatomiques montrent une proportion trop importante de collagène et de fibroblastes dans les tendons et ligaments des PBVE. Cela expliquerait la rigidité et la tendance à la récurrence des PBVE ;
- Théorie vasculaire : le fait que l'ensemble des tissus musculosquelettiques situés sous le genou soit impliqué, que l'artère tibiale antérieure soit hypoplasique dans 80% des cas ainsi que le risque de PBVE augmente en cas d'amniocentèse plaide pour une origine vasculaire ;
- Implication de l'environnement : le tabagisme actif durant la grossesse ainsi qu'un indice de masse corporelle élevé augmente le risque de PBVE.



Figure (6) [6] : Fœtus de 17 semaines, masculin, longueur cranio-caudale de 90 mm, pied bot modéré à droite et sévère à gauche.



Figure (7) A [6] : Pied bot d'un nouveau-né de 3 jours. L'os naviculaire est déplacé médialement et s'articule seulement avec le côté médial de la tête du talus. Les os cunéiformes sont aperçus à droite de l'os naviculaire et le cuboïde est en dessous. L'articulation calcanéocuboïde est dirigée en direction postéro-médiale. Les 2/3 antérieurs du calcanéus peuvent être aperçus sous le talus. Les tendons du muscle tibial antérieur, muscle long extenseur du gros orteil, muscle long extenseur des orteils sont déplacés médialement.

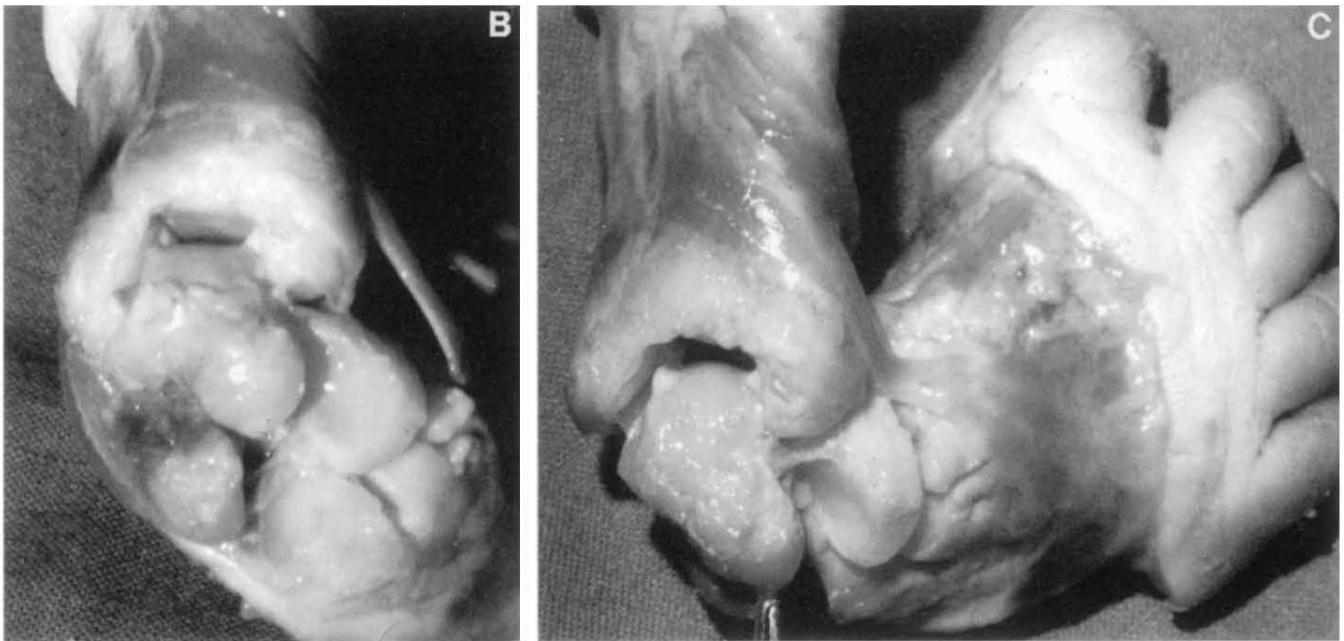


Figure (7) B et C [6] : (B) La tubérosité antérieure du calcanéus et (C) la tête du talus sont de forme triangulaire et ne correspondraient pas aux surfaces articulaires du cuboïde et de l'os naviculaire si une réduction chirurgicale est tentée.

**ANATOMIE
PATHOLOGIQUE
DU PBVE**

L'école française (Meary-Seringe-Wicart) a introduit le nouveau concept de « bloc calcanéopédieux » et de « bloc talo-tibio-fibulaire » pour expliquer les différentes déformations du PBVE. [5] (fig 8)

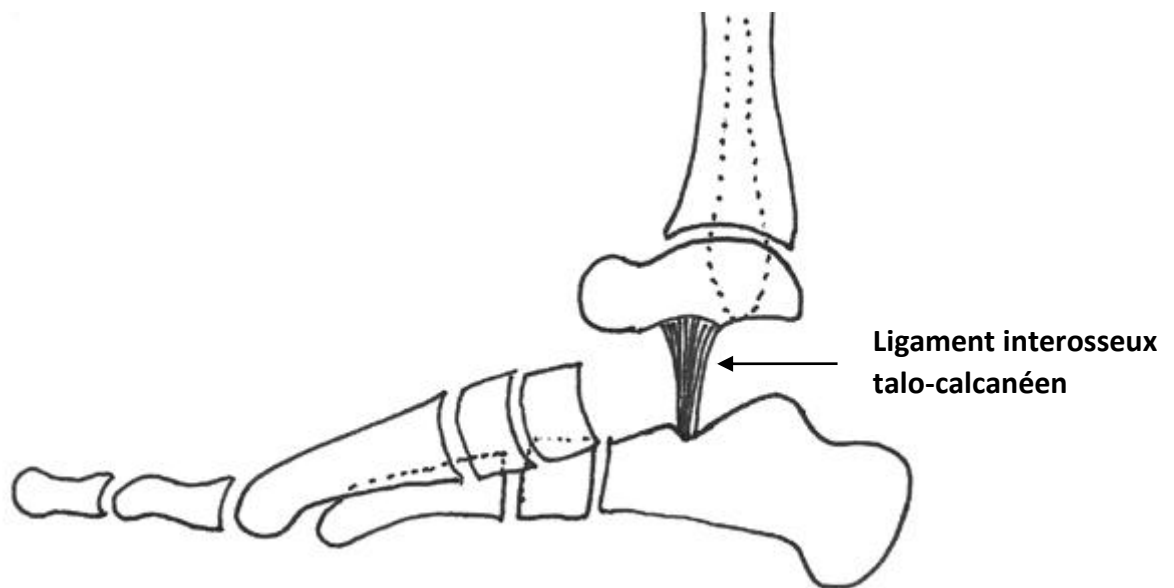


Figure (8) [5] : le bloc calcanéopédieux tourne sous le bloc talo-tibio-fibulaire selon un axe vertical passant par le ligament interosseux talo-calcanéen.

Le bloc calcanéopédieux (BCP) est formé par le calcaneus et le médio-avant-pied, solidement unis par le ligament calcanéonaviculaire plantaire (ligament glénoïdien), par le ligament bifurqué (calcaneo-naviculaire et calcaneo-cuboïdien latéral) et les autres ligaments calcaneo-cuboïdiens.

Le bloc talo-tibio-fibulaire est formé du talus coincé dans la mortaise tibio-fibulaire. Le BCP pivote sous le talus selon un axe vertical passant par le ligament interosseux talo-calcanéen et s'articule avec le talus par 3 articulations : sous-talienne antérieure, sous-talienne postérieure et talo-naviculaire.

Dans le PBVE, il y a une adduction du BCP par rapport au bloc talo-tibio-fibulaire, ce qui explique les 3 déformations observées dans le PBVE :

- Dans le plan sagittal, l'adduction du BCP fait passer la tubérosité antérieure du calcaneus sous la tête du talus, ce qui entraîne un talocalcanéen (fig 9). Il y a aussi un équin tibio-talien dû à une rétraction du tendon d'Achille et des capsules postérieures.

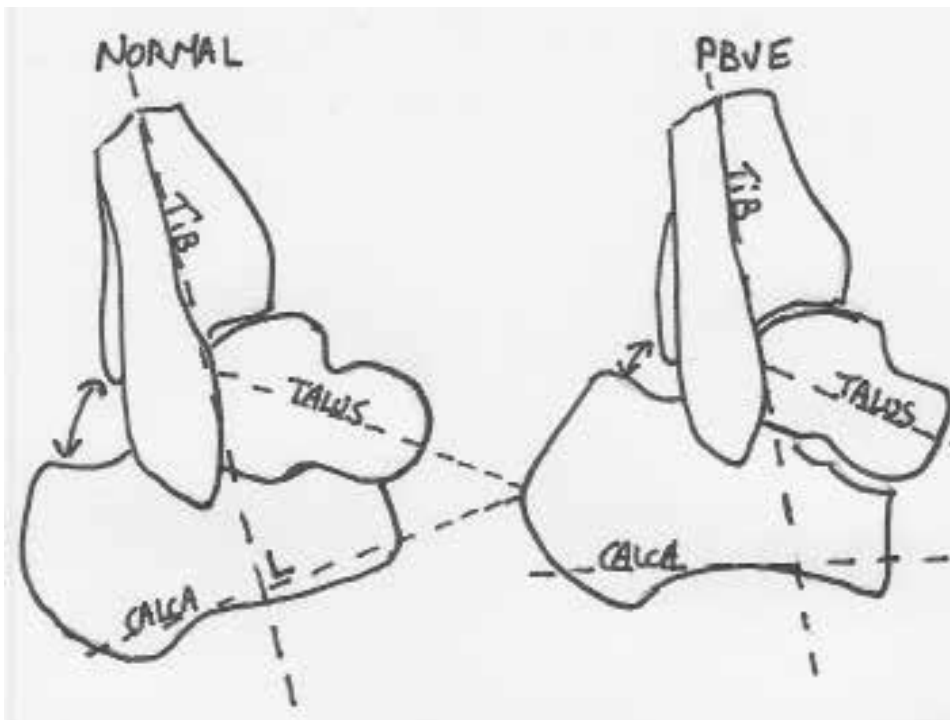


Figure (9) [5] : l'adduction du BCP sous le talus entraine un équin talo-calcanéen.

- Dans le plan frontal (coronal), l'adduction du BCP entraine un varus du calcanéus (fig 10).

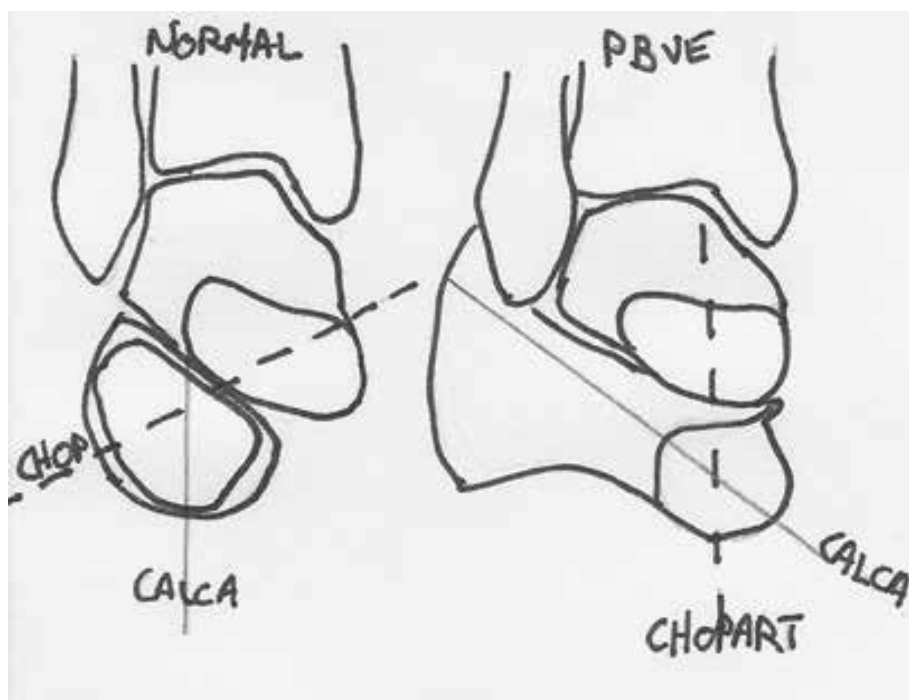


Figure (10) [5] : l'adduction du BCP entraine un varus de l'arrière-pied.

- Dans le plan horizontal (axial), il y a l'adduction du BCP et aussi une adduction de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied (fig 11). L'os naviculaire vient presque en contact entre la malléole interne et la grosse tubérosité du calcaneus vient presque en contact avec la malléole externe.

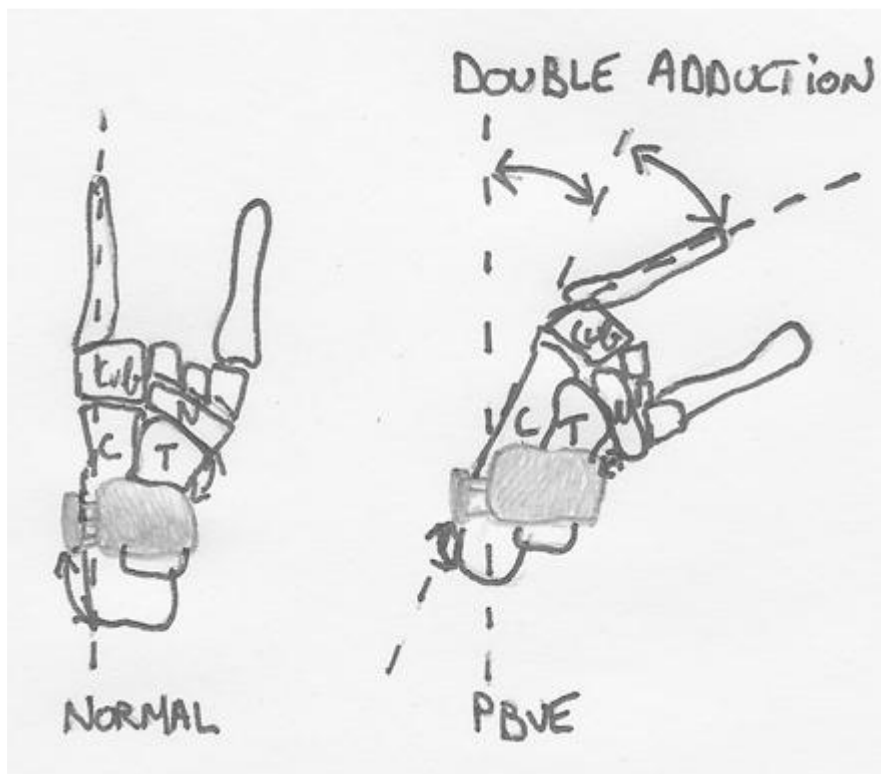


Figure (11) [5] : Il y a l'adduction du BCP par rapport au talus et aussi l'adduction de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied.

MATERIEL ET METHODES

I. Présentation de la série :

Il s'agit d'une étude rétrospective concernant 124 pieds bots varus équins retrouvés chez 80 enfants suivis et traités au service de traumatologie orthopédique pédiatrique au CHU Hassan II Fès, sur une période de 7 ans, étalée entre janvier 2010 et décembre 2016.

II. Critères d'inclusion :

Sont inclus dans notre étude, tout dossier d'enfants porteur d'un pied bot varus équin idiopathique ayant été traité par la technique de Ponseti, avec un recul d'au moins 05 mois après traitement.

III. Critères d'exclusion :

Nous avons exclu de notre étude :

- Tous les PBVE secondaires : PBVE syndromiques.
- Les PBVE d'origine neurologique.
- Les dossiers non exploitables.

IV. Les variables étudiées :

- Les données épidémiologiques.
- Les renseignements cliniques.
- Les données thérapeutiques.
- L'évolution.

V. La collecte de données :

Pour exploiter les dossiers, nous avons utilisé une fiche d'exploitation qui a permis le recueil des différentes données épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et évolutives à partir des dossiers des malades.

- Nom et Prénom :
- Numéro d'entrée :
- L'âge de l'enfant :
- Le sexe :
- L'origine :
- Date de 1ère consultation :
- Antécédents :
 - Grossesse :
 - Suivie Non suivie
 - Accouchement :
 - Voie basse Voie haute
 - Poids de naissance :
 - Présentation :
 - Siège Céphalique
 - Développement psychomoteur :
 - Normal Anormal
 - Un cas similaire dans la famille :
 - Oui Non
 - Pathologies associées :
 - Oui Non

- La clinique :
 - L'âge du diagnostic :
 - Score de Dimeglio :

	Pied droit	Pied gauche
Le varus du calcanéus		
L'équin du pied		
L'adduction de l'avant-pied		
La rotation du bloc calcanéopédieux		
Sillon postérieur du talon marqué		
Sillon interne du pied marqué		
Cavus du pied		
Hypertonie (raideur)		
Total/20		

- Score de Pirani :
 - Score de Pirani « le médio-pied »

	Pied droit	Pied gauche
Le bord latéral du pied		
La tête du talus		
Le pli interne		
Total/3		

- Score de Pirani « l'arrière pied »

	Pied droit	Pied gauche
Le pli postérieur		
Signe du talon vide		
Rigidité de l'équin		
Total/3		
Total général/6		

- Etiologie :
- Nombre de plâtres :
- Score de Dimeglio à chaque changement de plâtre :
 - 1er plâtre :
 - 2ème plâtre :
 - 3ème plâtre :
 - 4ème plâtre :
 - 5ème plâtre :
 - 6ème plâtre :
 - 7ème plâtre :
 - 8ème plâtre :
 - 9ème plâtre :
 - 10ème plâtre :
- Ténotomie Tendon d'Achille :
 - Oui Non
 - Quand :
 - Score :
- Attelle Denis Browne :
 - Oui Non
 - Quand :
 - Durée :
- Evolution :
 - Dernier score de Dimeglio :
 - Complications :
 - Oui Non
 - Type complications :
 - Si échec :
 - Chirurgie :
 - Oui Non
 - Recul :

VI. Analyse statistique :

Les variables qualitatives ont été exprimées en pourcentage et les variables quantitatives exprimées par moyennes et limites.

Afin de comparer nos résultats avec ceux de la littérature, nous avons procédé à une recherche bibliographique, l'analyse de communications, et l'étude des ouvrages de traumatologie-orthopédie en matière de pied bot varus équin.

VII. Ethique :

L'analyse des dossiers de manière rétrospective ne nécessite pas un consentement du patient, ce type de travail ne demande pas de soumission formelle à une commission d'éthique.

VIII. Outils du diagnostic :

1. Diagnostic positif :

Le diagnostic positif du pied bot varus équin dans notre série s'est fait en post natal, par l'examen clinique permettant d'objectiver la déformation du pied en supination, adduction, varus et équin.

2. Diagnostic de gravité :

On a adopté pour évaluer la sévérité du pied bot la classification du Diméglio.

Ce score d'évaluation morphologique du pied se base sur l'évaluation de paramètres cliniques divisés en 4 majeurs et 4 mineurs.

Les paramètres majeurs évaluent la réductibilité passive des principales déformations (varus de l'arrière pied, équin de l'arrière pied, rotation du bloc

calcanéo-pédieux et adduction de l'avant pied). Chacun de ces paramètres majeurs est coté sur quatre points selon leur degré de sévérité (un score de 0 à 4).

Les paramètres mineurs sont cotés 1 ou 0 selon leur présence (1) ou leur absence (0). Ce sont le sillon cutané marqué postérieur sus calcanéen, le sillon cutané marqué du bord interne du pied, le cavus du pied et l'hypertonie du pied. La somme de ces paramètres nous a donné un score final sur 20 qui représente une évaluation objective de la sévérité de la déformation du pied.

Ainsi un pied est considéré comme :

- Bénin ou grade I si le score était de 0 à 5.
- Modéré ou grade II de 6 à 10.
- Sévère ou grade III de 11 à 15.
- Très sévère ou grade IV de 16 à 20.

IX. Technique thérapeutique :

Dans notre étude, la méthode thérapeutique adoptée pour nos patients était la technique de Ponseti.

C'est une technique qui consiste en une série de plâtres effectués afin de corriger les 3 déformations : la supination, le varus, et l'adduction du pied bot.

La déformation en équin est corrigée par la ténotomie percutanée du tendon calcanéen.

Un dernier plâtre en correction maximale de toutes les déformations est appliqué après ténotomie et laissé en place pendant 3 semaines.

A la fin, le protocole thérapeutique fait appel à une attelle pédieuse d'immobilisation (attelle de Denis Browne) permettant de préserver la correction obtenue et de prévenir les récives.

1. La réalisation des plâtres :

L'utilisation du plâtre plutôt que la résine dans notre série est justifiée pas son coût bas et sa malléabilité.

a) Manipulation première :

Pour obtenir une correction du pied bot, une manipulation est faite qui consiste en l'abduction du pied en supination pendant qu'une contre pression est appliquée sur la portion latérale de la tête du talus afin de prévenir toute rotation du talus à l'intérieur de la cheville.

b) Application de la ouate :

Il faut appliquer une fine couche de la ouate afin de permettre un moulage efficace du pied.

Le pied est maintenu dans une position optimale de correction par l'assistant qui tient les orteils et applique une contre pression sur la tête du talus.

c) Application du plâtre :

Le plâtre est appliqué d'abord sous le genou puis étendu au niveau de la cuisse.

On commence avec 3 à 4 tours des orteils, puis on remonte jusqu'au genou.

Le plâtre est appliqué avec douceur on y ajoutant une légère pression au-dessus du talon, puis il est prolongé jusqu'à la cuisse.

d) Moulage du plâtre :

Le moulage du plâtre se fait en maintenant une légère pression et sans forcer la correction du pied.

On moule le plâtre sur la tête du talus, tout en maintenant le pied en correction, par des pressions discontinues pour prévenir les complications (escarres cutanées ou au long cours l'aplatissement du dôme talien).

La voûte plantaire est soigneusement moulée pour éviter toutes déformation (pied plat ou pied convexe).

Au niveau du talon, le plâtre est moulé au-dessus de la grosse tubérosité calcanéenne.

On ne doit pas toucher le calcanéus pendant la phase de moulage (éviter l'aplatissement du talon).

2. La ténotomie du tendon calcanéen (TC) :

La ténotomie percutanée du tendon calcanéen est indiquée pour corriger l'équin après correction des autres déformations (soit la supination, l'adduction et le varus).

Dans notre série, elle est réalisée au bloc opératoire sous anesthésie locale.

a) Préparation :

Avant tout, on explique à la famille que la ténotomie du TC est une intervention mineure réalisée sous anesthésie locale ou une petite sédation.

La peau est préparée au niveau de la région d'incision par une crème à base de lidocaïne.

Une petite quantité d'anesthésique locale est utilisée, car une grande quantité rend la palpation du tendon et la réalisation de la ténotomie plus difficile.

b) Organisation pour la ténotomie :

Pendant que l'assistant tient le pied en dorsiflexion maximale, l'opérateur choisit le site de ténotomie à environ 1,5 cm au-dessus du calcanéus et y injecte une quantité d'anesthésique locale.

c) La ténotomie :

Le point d'entrée cutané est une petite incision longitudinale.

L'opérateur insère la pointe du bistouri à partir du bord latéral du tendon, et se dirige vers sa face antérieure en gardant la partie plate de la lame parallèle au tendon.

Puis on tourne la lame de sorte que la partie coupante puisse se diriger vers l'arrière, un « pop » est ressenti dès que le tendon est coupé.

Un gain de dorsiflexion de 15° à 20° est obtenu après ténotomie.

3. Le plâtre post ténotomie :

Après correction de l'équin par la ténotomie du tendon calcanéen, un dernier plâtre est appliqué en 60° à 70° d'abduction et 15° de flexion dorsale. Le pied paraît hypercorrigé par rapport à l'axe de la cuisse. Ce plâtre est laissé en place pendant 3 semaines.

Il s'agit du dernier plâtre du programme thérapeutique.

Après 3 semaines, le plâtre est enlevé, 20° de flexion dorsale sont maintenant possible et le tendon est cicatrisé, ainsi le pied est prêt à être installé dans l'attelle d'immobilisation.

4. L'attelle d'immobilisation :

Après ablation du dernier plâtre, que le tendon calcanéen a été coupé ou pas, le protocole de traitement fait appel à une attelle pédieuse d'immobilisation afin de prévenir les récurrences.

C'est une barre reliant deux chaussures ouvertes et rectilignes, mise en place pour garder le pied en abduction de 60° à 70° et en flexion dorsale de 15°.

Pour les formes unilatérales, l'attelle est réglée à 60° à 70° de rotation externe du côté du pied bot et 40° à 45° du côté normal.

Pour les formes bilatérales, l'attelle est réglée à 70° de rotation externe sur chaque côté.

La barre doit avoir une longueur suffisante pour que l'écartement entre les deux talons égale la largeur des épaules.

L'attelle doit être portée à plein temps jour et nuit jusqu'à l'âge de la marche. Après cela elle ne sera porter que la nuit et les siestes jusqu'à l'âge de 4 à 5 ans.

X. Critères d'évaluation :

Les critères d'évaluation adoptés ont été :

- Le degré de flexion dorsale du pied.
- La présence d'une ou plusieurs déformations résiduelles.
- La qualité de la marche.

La technique de Ponseti est un succès si le pied est classé comme très bon ou bon résultat.

Cette technique est un échec si le pied est classé comme moyen ou mauvais résultat, ou si le pied a nécessité le recours à la chirurgie.

Tableau : Les résultats du traitement en fonction des critères d'évaluation.

L'évaluation des résultats	La flexion dorsale	Déformations résiduelles	La marche
Très bon	> ou = à 15°	Aucune	Normale
Bon	0° à 15°	Aucune	
Moyen		Adduction-rotation interne. Varus non gênant. Hypercorrection	Correcte
Mauvais		Equin important Varus important	Ne pose pas le talon. Marche sur le bord externe du pied.

RESULTATS ET ANALYSES

I. Epidémiologie :

1. Répartition selon l'âge de consultation :

Nous avons classé nos patients selon l'âge du diagnostic du PBVE, et les résultats détenus ont été comme suit :

- Chez 42 enfants, les parents ont consulté avant l'âge de 1 mois, soit 52.5% cas.
- Chez 6 enfants, les parents ont consulté entre l'âge de 1 mois et 3 mois, soit 7.5% cas.
- Chez 32 enfants, les parents ont consulté au-delà de 6 mois, soit 40% cas.

L'âge moyen de nos malades est de 10 semaines variant entre 01 jour et 750 jours.

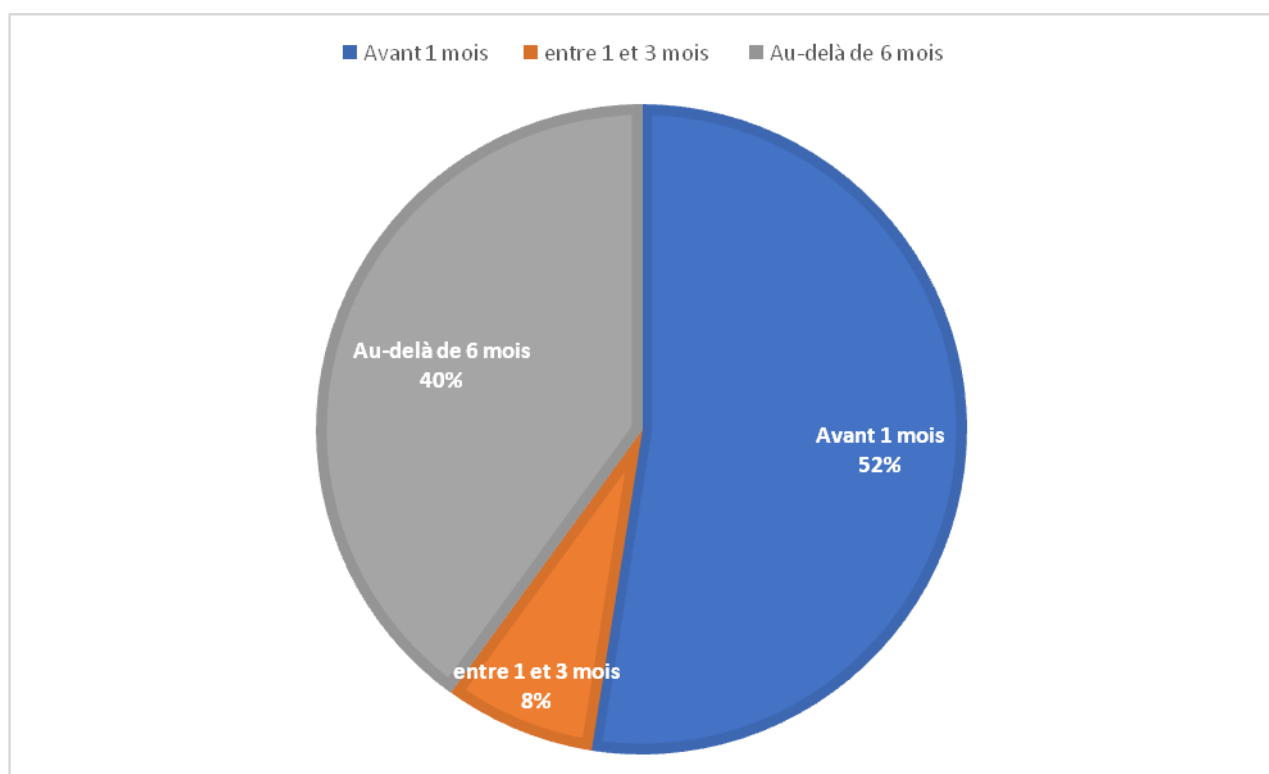


Figure (12) : Répartition selon l'âge de consultation

2. Répartition selon le sexe :

Il s'agissait de 20 filles et 60 garçons, avec un pourcentage de 75% de garçons et de 25% de filles.

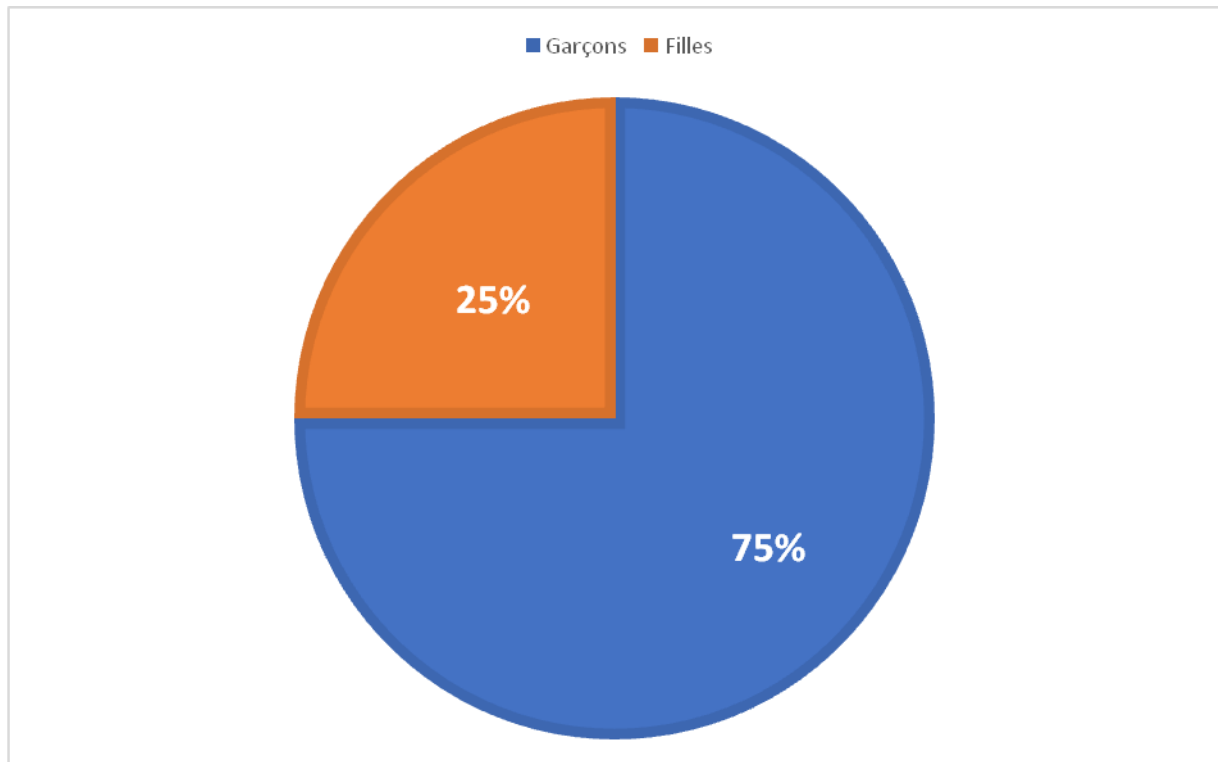


Figure (13) : Répartition selon le sexe des patients

3. Antécédents :

- 75,7% des cas sont issus des grossesses suivies et 24,3% sont issus des grossesses non suivies.
- 17,2% des cas de notre série avaient des antécédents de PBVE dans la famille.

II. Clinique :

1. La localisation de l'atteinte :

Dans notre étude, on a eu 46 malades présentant des PBVE bilatéraux soit 58,9% et 32 malades présentant des PBVE unilatéraux soit 41,1%.

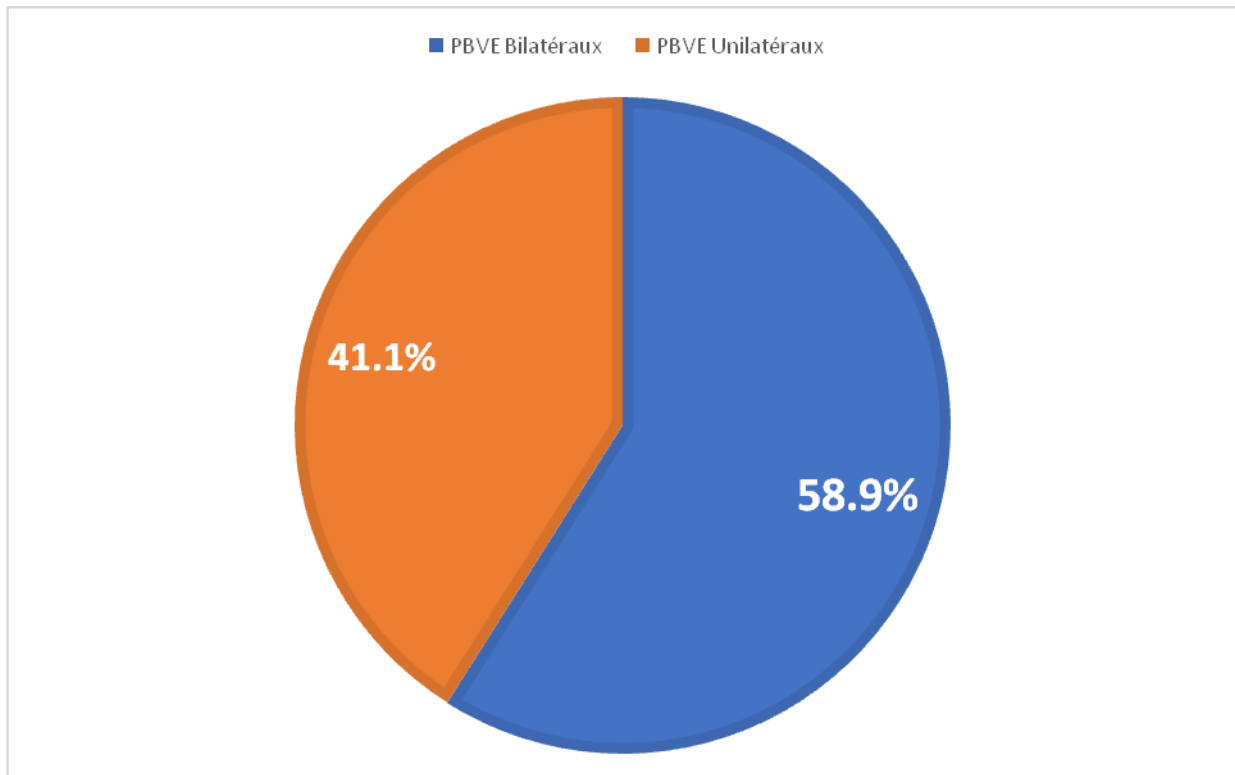


Figure (14) : Répartition selon la localisation des atteintes

2. Diagnostic de gravité :

La sévérité du pied a été évalué selon la classification de Diméglio.

Au total, on a eu :

- 22 pieds grade IV dont 11 pieds droits et 11 pieds gauches soit 17.74%
- 72 pieds grade III dont 35 pieds droit et 37 pieds gauches soit 58.06%
- 27 pieds grade II dont 18 pieds droit et 9 pieds gauches 21.77%
- 3 pieds grade I soit 1 pied droit et 2 pieds gauches 2.41%
- On a noté une prédominance des pieds grade III et IV.

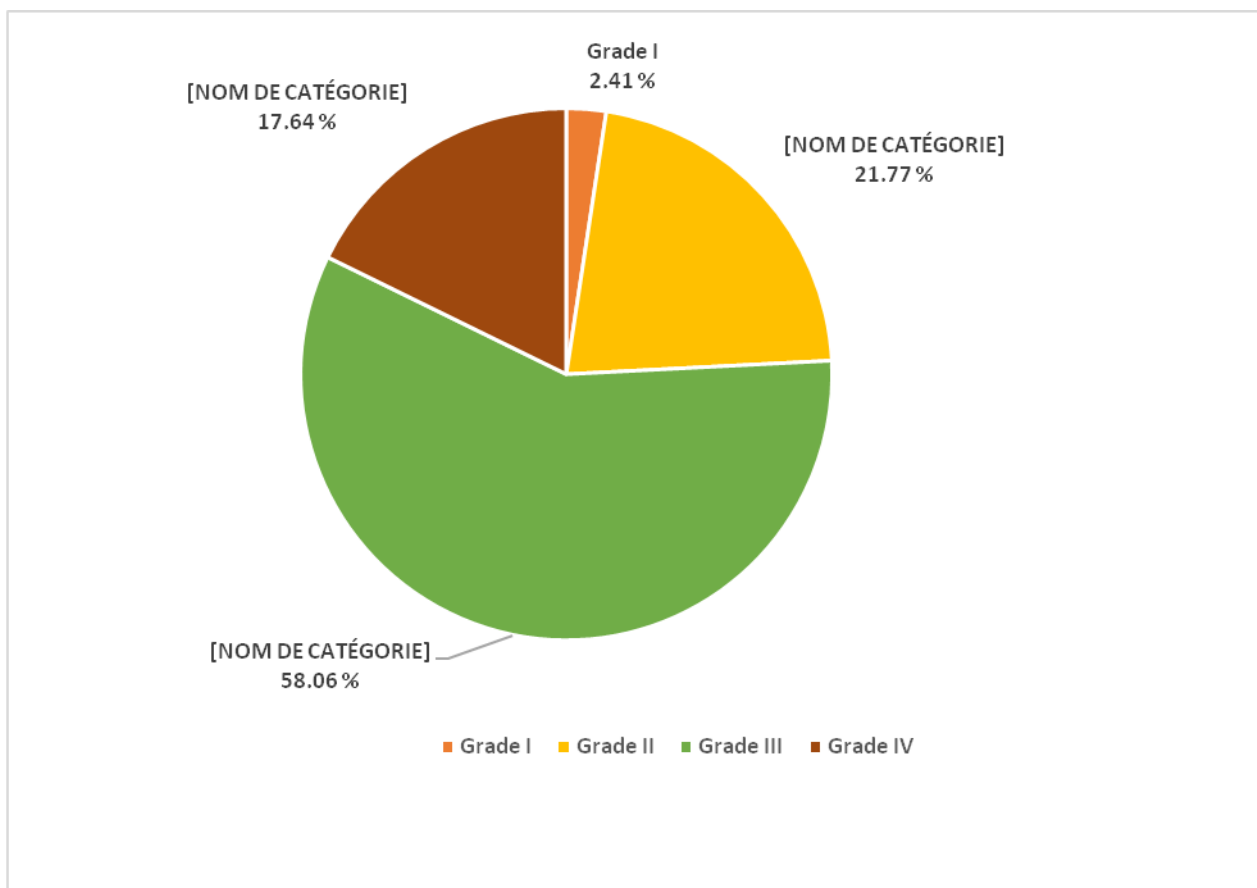


Figure (15) : Répartition selon la gravité de l'atteinte

III. Le traitement :

Dans notre série, le traitement fait appel à des moyens orthopédiques suivant la technique de Ponseti, qui a consisté en la réalisation d'une série de plâtres successifs corrigeant la supination, l'adduction et le varus. La correction de l'équin se fait dans la majorité des cas par ténotomie du tendon calcanéen, suivi d'un dernier plâtre. Le maintien de la correction se fait à l'aide d'une attelle pédieuse d'immobilisation.

1. Le début de la prise en charge (le premier plâtre effectué) :

Le traitement a débuté pour nos patients à un âge moyen de 09 semaines avec des extrêmes allant de 1 jour à 26 mois.

La répartition des pieds en fonction de l'âge de l'enfant lors du premier plâtre effectué était comme suit :

- Moins d'une semaine : 16 pieds
- Entre une semaine et deux semaines : 17 pieds
- Entre deux semaines et trois semaines : 15 pieds
- Entre trois semaines et un mois : 22 pieds
- Entre un mois et un mois et demi : 9 pieds
- Entre un mois et demi et deux mois : 18 pieds
- Entre deux mois et deux mois et demi : 2 pieds
- Entre deux mois et demi et trois mois : 8 pieds
- Plus de trois mois : 17 pieds

2. Le nombre de plâtres effectués pour chaque pied :

Dans notre série le nombre de plâtres effectués pour chaque PBVE varie de 1 à 8 plâtres, avec une moyenne de 4,42 plâtres (graphique).

- 8 pieds (6.4%) chez 4 enfants ont eu une série de 1 plâtre.
- 6 pieds (4.83%) chez 3 enfants ont eu une série de 2 plâtres.
- 12 pieds (9.67%) chez 5 enfants ont eu une série de 3 plâtres.
- 36 pieds (29.03%) chez 27 enfants ont eu une série de 4 plâtres.
- 41 pieds (33.06%) chez 28 enfants ont eu une série de 5 plâtres.
- 16 pieds (12.9%) chez 10 enfants ont eu une série de 6 plâtres.
- 2 pieds (1.61%) chez 1 enfant ont eu une série de 7 plâtres.
- 3 pieds (2.41%) chez 2 enfants ont eu une série de 8 plâtres.

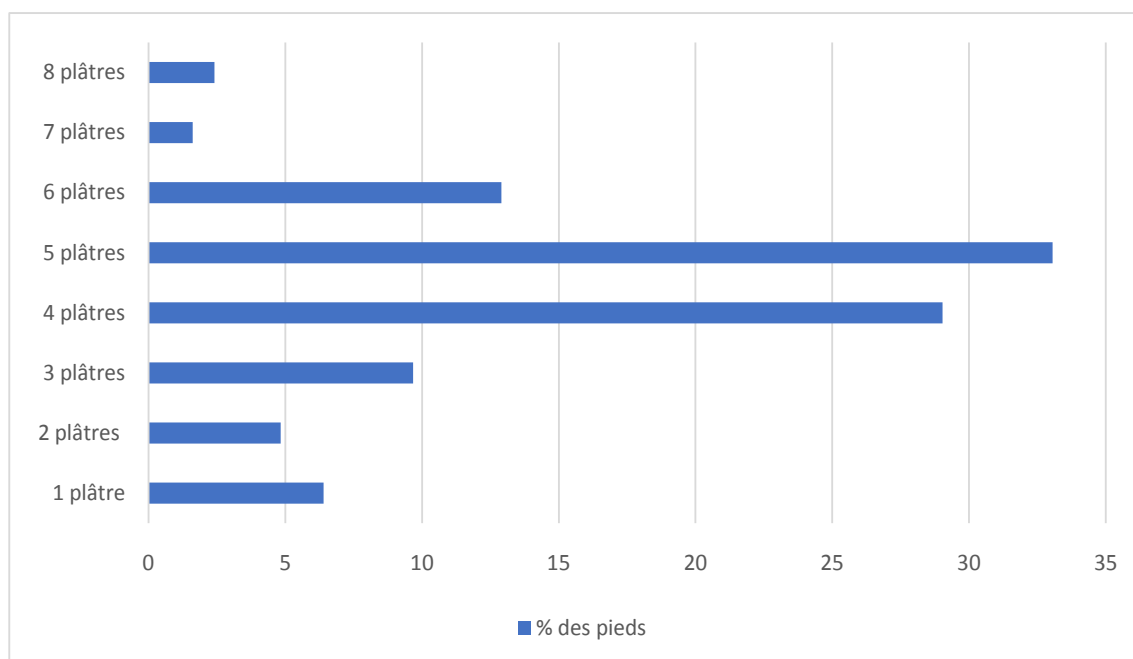


Figure (16) : Répartition selon le nombre de plâtres effectués

3. Le nombre de plâtres réalisés selon le grade de sévérité du pied :

On a noté que la variation du nombre de plâtre a été corrélée au grade de sévérité du pied bot, ainsi le nombre de plâtre augmente avec l'accroissement du grade de sévérité du pied.

nombre de plâtres / sévérité	1	2	3	4	5	6 et plus	Total
Grade I	2	0	0	1	0	0	3
Grade II	0	2	3	7	12	3	27
Grade III	3	3	7	22	27	10	72
Grade IV	3	1	2	6	02	8	22
Total	8	6	12	36	41	21	124

4. La durée de chaque plâtre :

Chaque plâtre est laissé en place pour une durée de 7 jours.

5. La ténotomie du tendon calcanéen (TC) :

Dans notre série, la ténotomie du TC était indiquée pour 74 pieds soit 59,6% des cas, tandis que 50 pieds soit 40,4% des pieds n'ont pas nécessité de ténotomie.

Pour ces 74 pieds avec ténotomie, 15 pieds soit 20,3% des cas ont nécessité une deuxième ténotomie pour défaut de correction de l'équin par la première.

6. Le plâtre post ténotomie :

Dans notre série, après une correction de l'équin par la ténotomie du TC, un dernier plâtre est appliqué pour tous les pieds en 60° à 70° degrés d'abduction et 15° de flexion dorsale.

Ce plâtre est laissé en place pendant 3 semaines.

7. L'attelle d'immobilisation :

Dans notre série, une attelle pédieuse d'immobilisation type Denis Browne a été prescrite chez tous nos patients.

IV. Evolution :

A.Recul :

Dans notre série le recul moyen était de 22 mois et demi avec des extrêmes allant de 05 à 40 mois.

B.Complications :

1. Complications liées aux plâtres :

Ces complications sont étroitement liées à la technique d'application des plâtres, tant que le praticien suit minutieusement les étapes d'application du plâtre, les complications sont rares.

Dans notre série, on a noté les complications suivantes :

- Un cas d'œdème sous plâtre.

2. Complications liées à la ténotomie :

Pour ces 74 pieds avec ténotomie, 15 pieds soit 20,3% des cas ont nécessité une deuxième ténotomie pour défaut de correction de l'équin par la première.

C.Evaluation des résultats globaux de notre série :

1. Critères d'évaluation :

Les critères d'évaluation adoptés ont été :

- Le degré de flexion dorsale du pied.
- La présence d'une ou plusieurs déformations résiduelles.
- La qualité de la marche.

2. Résultats globaux :

Au dernier recul, nos résultats globaux ont été comme suit (graphique) :

- Très bon pour 42 pieds dont 25 pieds droits et 17 pieds gauches soit 33.87%
- Bon résultat pour 62 pieds dont 32 pieds droits et 30 pieds gauches soit 50%.
- Moyen pour pieds 18 dont 6 pieds droits et 12 pieds gauches soit 14.51%.
- Mauvais pour pieds 2 dont 1 pieds droits et 1 pieds gauches soit 1.61%.

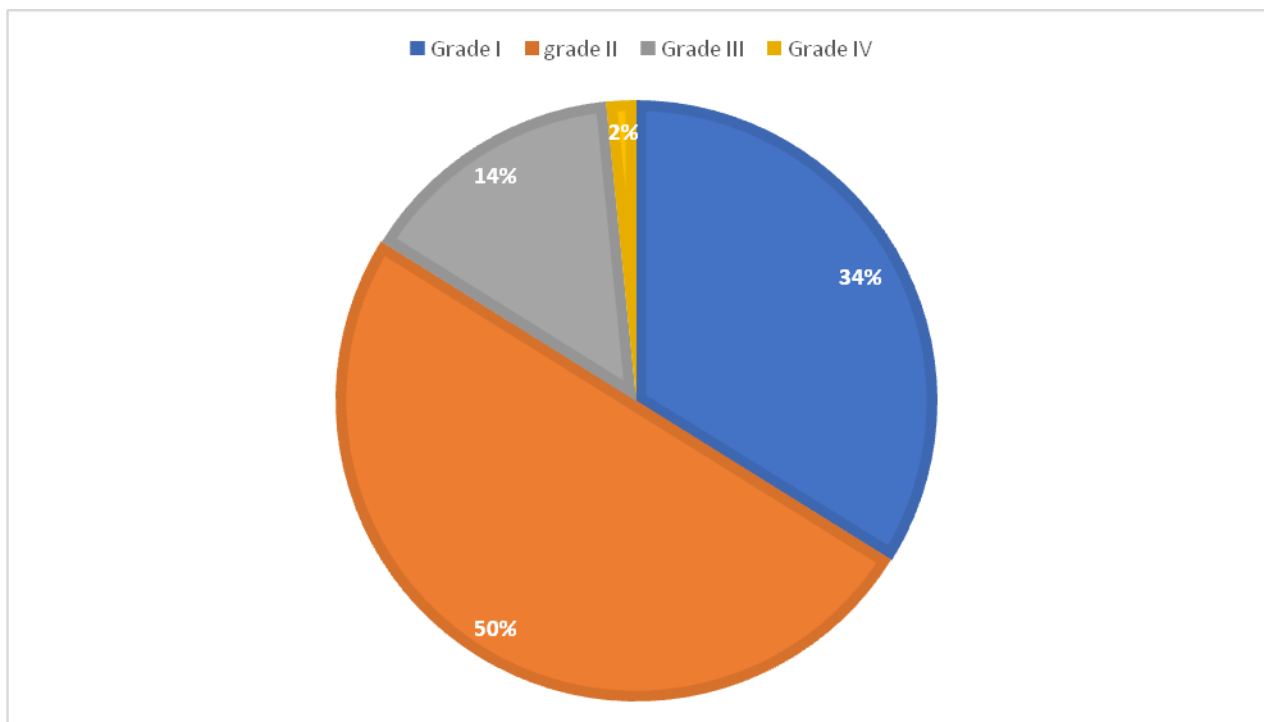


Figure (17) : Répartition des résultats globaux

Nous avons donc eu :

- Un pourcentage de succès de la technique de Ponseti de 83,87%.
- Un pourcentage d'échec de 16,13%.
- Un recours à la chirurgie chez 4,03% des patients.



Figure (18) : Nouveau-né âgé de 27 jours

Images du service de chirurgie pédiatrique du CHU Hassan II Fès



Figure (19) : Nouveau-né âgé de 37 jours

Images du service de chirurgie pédiatrique du CHU Hassan II Fès



Figure (20) : Nouveau-né âgée de 45 jours

Images du service de chirurgie pédiatrique du CHU Hassan II Fès

Figures (18,19,20) : Evolution de 5 pieds bots varus équin (PBVE) traités par la technique de Ponseti.

DISCUSSION

I. Définition du PBVE :

Le pied bot varus équin (PBVE) n'est pas une malformation embryonnaire. Le pied normal au cours de son développement se transforme en PBVE au deuxième trimestre de la grossesse. Ainsi, tout comme la maladie luxante de la hanche c'est une malformation congénitale [7].

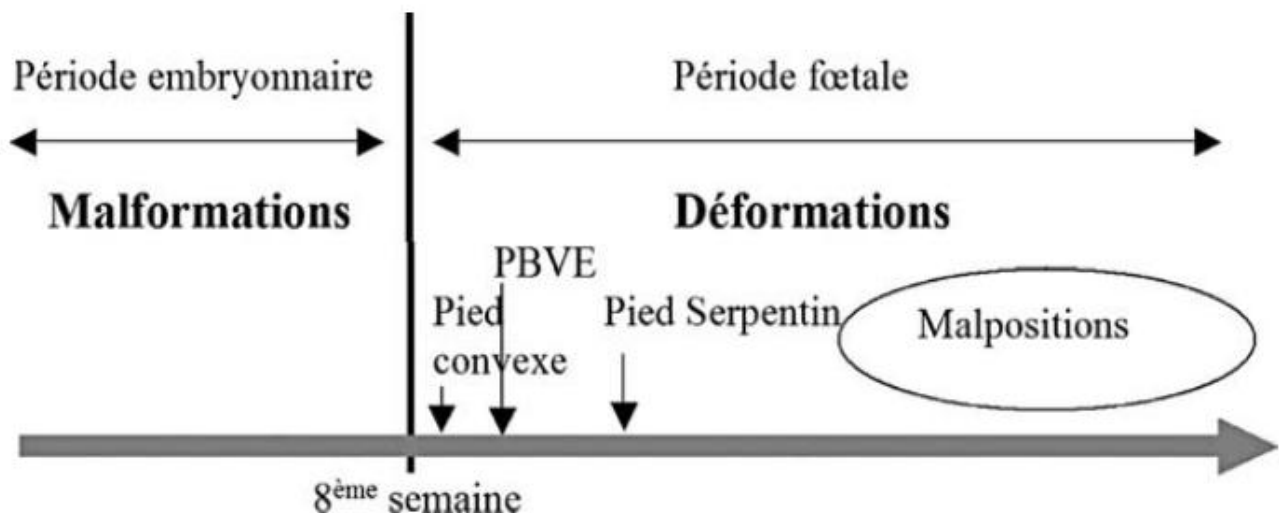


Figure (21) [8] : schéma chronologique de développement des anomalies congénitales du pied au cours de la gestation, classification selon Seringe.

Broca [9] a donné au PBVE la définition suivante : « attitude vicieuse et permanente tel que le pied ne repose plus sur le sol par ces points d'appuis normaux ».

Le pied bot varus équin, comme son nom l'indique, se définit par l'association d'un varus, équin de l'arrière pied, adduction de l'avant pied (médiotarse) et surtout de l'arrière pied (articulation sous-talienne). Ainsi, la plante du pied s'oriente vers l'arrière et le dedans (supination) [8].

Cette déformation est complexe, tridimensionnelle, à la fois osseuse (hypoplasie et désorientation des surfaces articulaires) et fibreuse par rétraction des parties molles (capsules, ligaments, tendons) au niveau de véritables verrous ou nœuds fibreux [8].

II. Démarche diagnostic :

A.Diagnostic anténatal :

Le diagnostic anténatal peut être fait à partir de la 16^{ème} semaine d'aménorrhée, l'étude du pied in utero est relativement facile car le liquide amniotique est abondant et le pied est suffisamment petit pour être vu dans son ensemble [10]. Le pied bot apparaît extrêmement déformé [11] : la coupe frontale du squelette jambier montre en même temps le tibia, le fibula et la palette des 5 métatarsiens disposés en rayons horizontaux sur le côté interne de la jambe. Le contour cutané souligne le varus de l'arrière pied, le calcaneus est fuyant et pratiquement invisible car son noyau d'ossification apparaît très tardivement. La vue plantaire est irréalisable. Quant à la coupe sagittale, elle est ininterprétable [11].

En fin de grossesse, l'analyse du pied est plus difficile, et nous avons pu observer, à côté du PBVE déjà décrit, des pieds en position intermédiaire, soit parce qu'ils étaient comprimés, soit parce qu'ils étaient secondaires à une pathologie complexe comme une myopathie congénitale [12].

Lorsque le diagnostic de PBVE est établi, l'échographe doit s'efforcer de rechercher une autre anomalie et de découvrir un syndrome poly malformatif qui justifiera l'indication d'une amniocentèse [12].

B.Diagnostic clinique :

Dès la naissance, le diagnostic clinique d'un PBVE ne pose pas de réelle difficulté en raison de la déformation caractéristique de l'arrière-pied associée à celle de l'avant-pied [13].

Le pied bot associe : varus et supination (plan frontal), adduction (plan horizontal), équin et parfois varus (plan sagittal) [13].

A l'inspection, certains pieds sont courts, trapus et élargis avec des sillons supra-calcanéen postérieur et médio-plantaire très profonds tandis que d'autres pieds sont plus graciles et effilés. L'équin et le varus calcanéen sont notés [13].

La face inférieure du talon regarde certes en bas, mais surtout en dedans et d'autant plus en arrière que l'équin astragalien est sévère [14].

L'orientation spatiale du calcaneus est en effet fortement conditionnée par l'équin tibio-talien qui ajoute une fausse supination d'autant plus marquée que l'adduction est forte. Selon le principe de Mac Connail, la correction de l'équin supprime cette fausse supination de l'avant-pied [14].

La palpation situe la grosse tubérosité du calcaneus par rapport au sillon cutané et l'atrophie plus ou moins sévère du mollet est notée.

L'examen dynamique passif permet de classer le PBVE en fonction de l'angle obtenu en position de correction, soit de profil en flexion dorsale, soit de face en abduction [15].

La réductibilité de l'équin doit faire récuser le diagnostic de pied bot, au profit de celui de « pied varus » dont le pronostic est bien meilleur. Cette confusion augmente les bons résultats de certaines séries de la littérature [15].

Le manque de réductibilité du pied sépare un pied bot vrai du pied bot doux postural. Les manifestations douces représentent une déformation posturale in utero, identifiée par le fait qu'il est entièrement (ou presque) corrigible passivement et par l'absence remarquable des contractures importantes et des plis profonds de la peau d'un pied bot vrai. Cette difformité posturale peut souvent être corrigée passivement à l'évaluation initiale par plusieurs minutes de légers étirements [15].

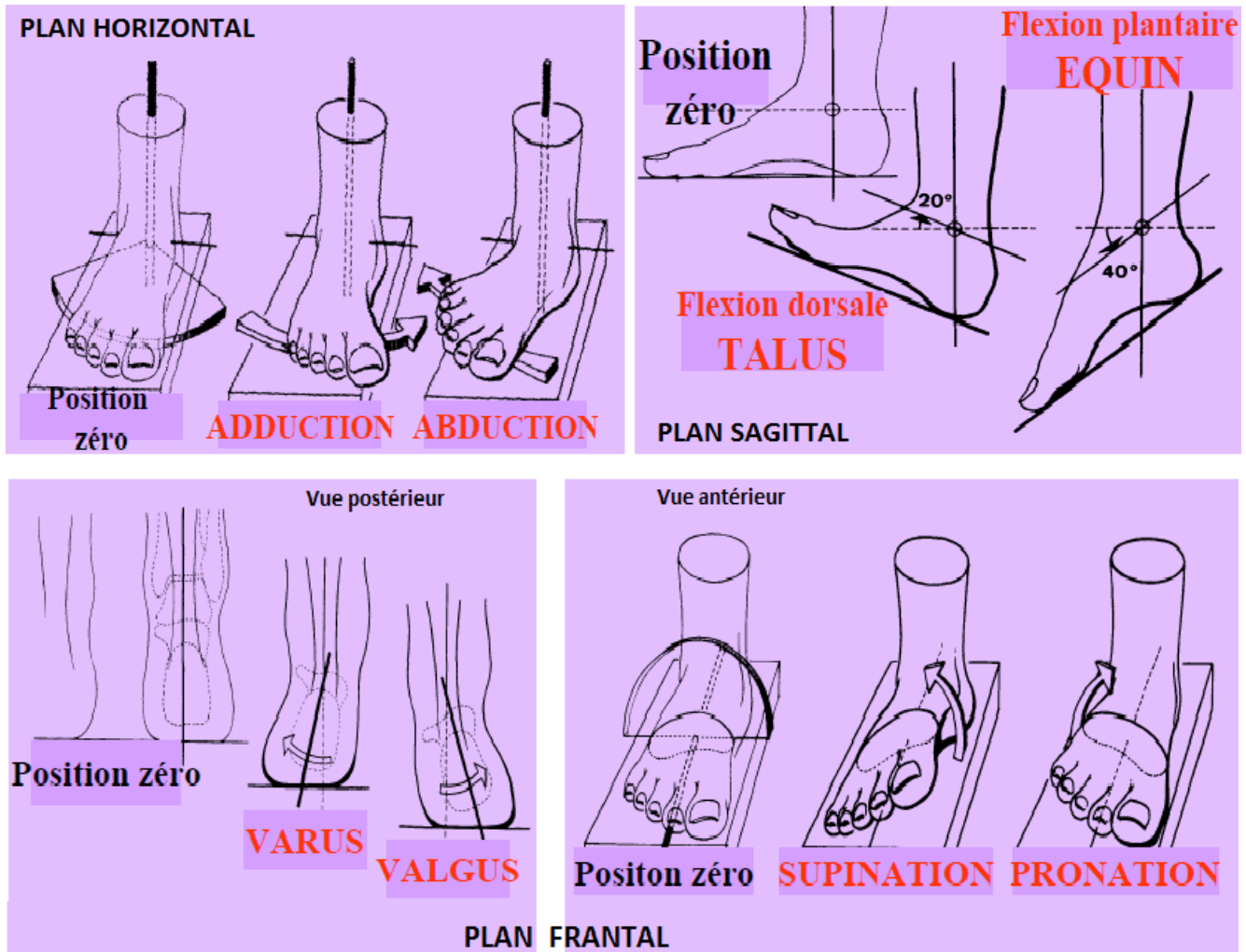


Figure (22) [16] : Représentation du pied dans les 3 plans de l'espace montrant les différentes positions du pied.

C.Diagnostic étiologique :

Dans notre série, on a inclus seulement les pieds bots idiopathiques. Mais l'affirmation du caractère idiopathique de cette déformation n'est possible qu'au terme d'un examen clinique et d'investigations paracliniques [13].

Il s'agit d'un diagnostic d'élimination qu'il faut en permanence savoir remettre en cause, du fait que dans 10% des cas [13], La déformation n'est pas idiopathique :

- Une paralysie des releveurs et des péroniers oriente vers une origine neurologique, en sachant que beaucoup de pieds bots sont peu réactifs lors de la première évaluation.
- Un stigmate cutané ou pileux lombosacré oriente vers un dysgraphisme médullaire.
- Des raideurs articulaires orientent vers une arthrogyrose.
- L'existence de sillons cutanés évoque une maladie des brides amniotiques.

D. Diagnostic de gravité : Les différentes classifications morphologiques de PBVE idiopathique :

1. La classification morphologique du A. Dalmonté :

A. Dalmonté a fait une classification des pieds bots en 3 groupes, suivant la réductibilité manuelle et la morphologie de la déformation [17] :

- Groupe I : Pied bot long et mince, corrigible manuellement, avec une déformation en varus équin inférieure à 20°.
- Groupe II : Pied bot long et mince, partiellement corrigible manuellement, avec une déformation en varus équin supérieure à 20 °, mais inférieure à 45°.
- Groupe III : Pied bot, peu ou pas corrigible manuellement, avec une déformation en varus équin supérieure à 20° si le pied est court et gros, supérieure à 45° si le pied est long et mince.

2. La classification morphologique de Harrold :

Harrold retient trois groupes :

- Dans le groupe 1, l'équin et le varus se corrigent [17] totalement ;
- Dans le groupe 2, ils persistent entre 0 et 20° ;
- Dans le groupe 3, ils restent supérieurs à 20°.
- Cette classification est peu sévère, et il est possible de rajouter un groupe pour un équin ou un varus résiduel de 20° à 40°, le 4ème groupe réunissant les formes graves qui ont des déficits dépassant 40°.

Les classifications morphologiques de Harrold et A. Dalmonté sont les moins adoptés, car ils sont superficiels et incomplètes.

3. La classification de Diméglio et Bensahel :

Diméglio et Bensahel [18] ont proposé un score d'évaluation morphologique de Lapeyronie et Robert Debré (score LRD). Il repose sur quatre paramètres essentiels : l'équin, le varus de l'arrière pied, la rotation du bloc calcanéo-pédieux et l'adduction de l'avant-pied. Chacun de ces paramètres est coté sur 4 points et doit être évalué au terme d'une manœuvre de réduction douce et sans effort.

- Réductibilité entre 90° à 45° = 4
- Réductibilité entre 45° à 20° = 3
- Réductibilité entre 20° à 0° = 2
- Réductibilité entre 0° à -20° = 1
- Réductibilité moins de -20° = 0

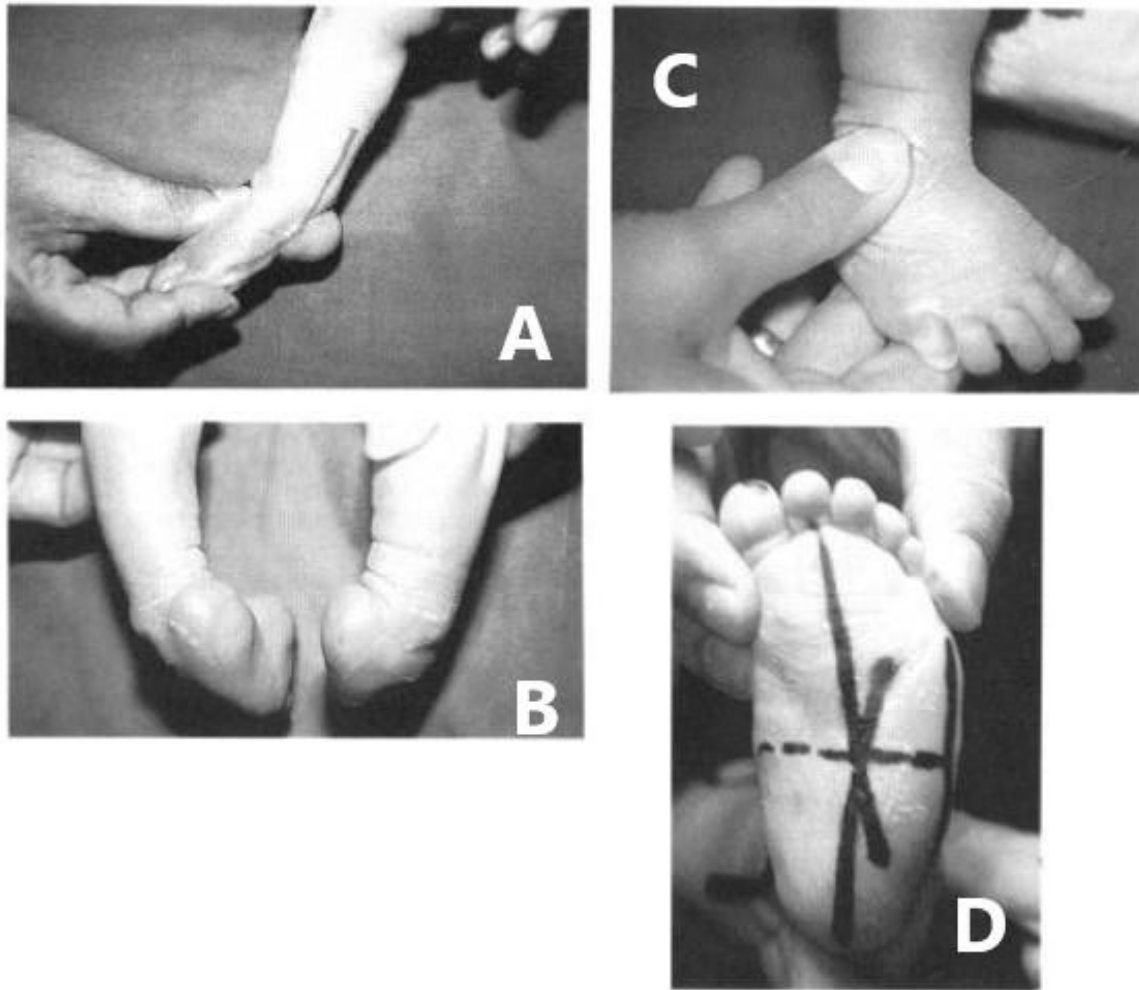


Figure (23) [19] : (A) Evaluation de l'équin (B) Evaluation du varus (C) Dérotation du bloc calcanéopédieux (D) Examen de la face plantaire du pied et la réductibilité de l'avant pied par rapport à l'arrière pied

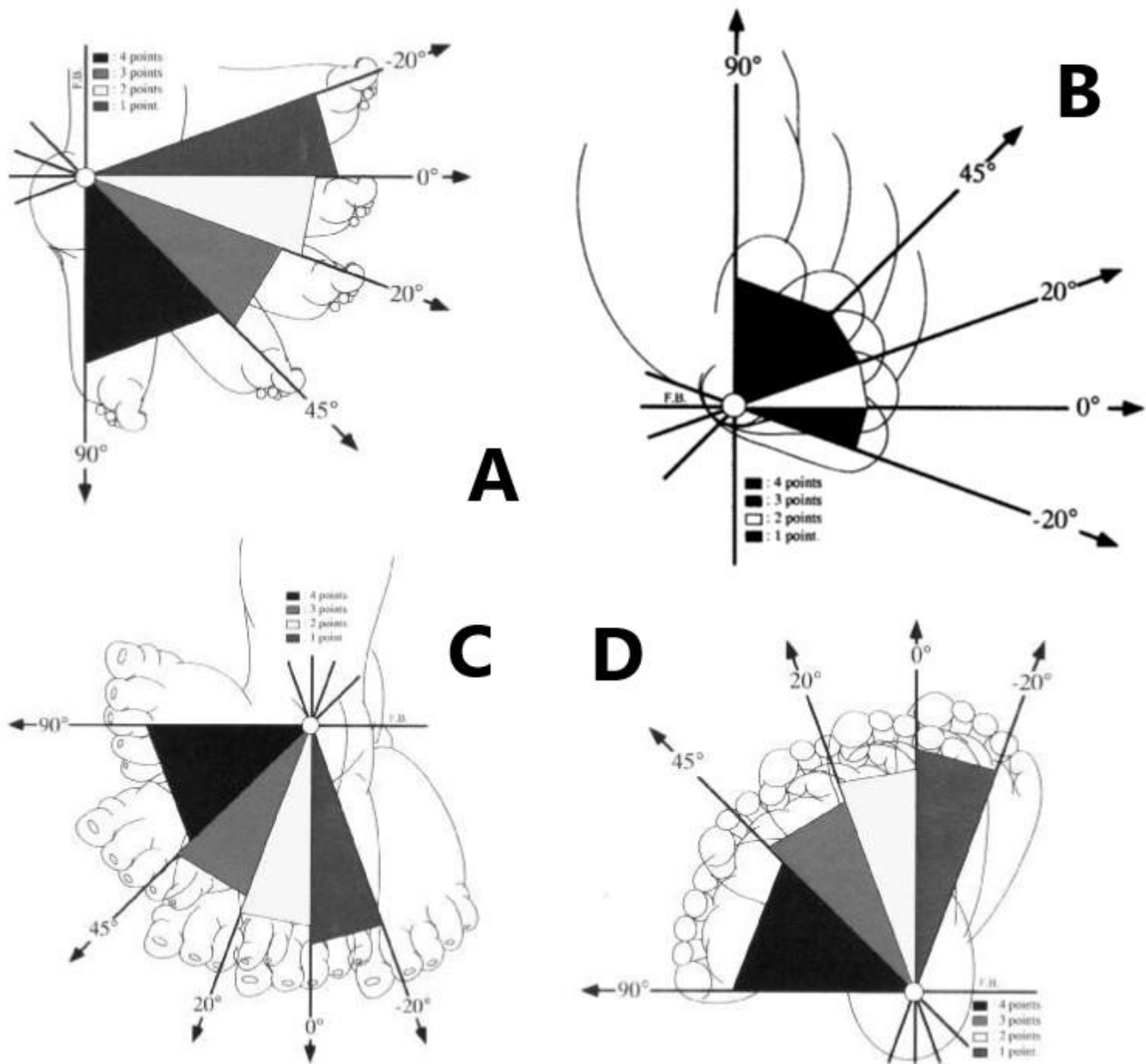


Figure (24) [19] : (A) Evaluation de l'équin : plan sagittal (B) Evaluation du varus : plan sagittal (C) Evaluation de la dérotation du bloque calcanéopédieux : plan horizontal (D) Evaluation de l'avant pied par rapport à l'arrière pied : plan horizontal

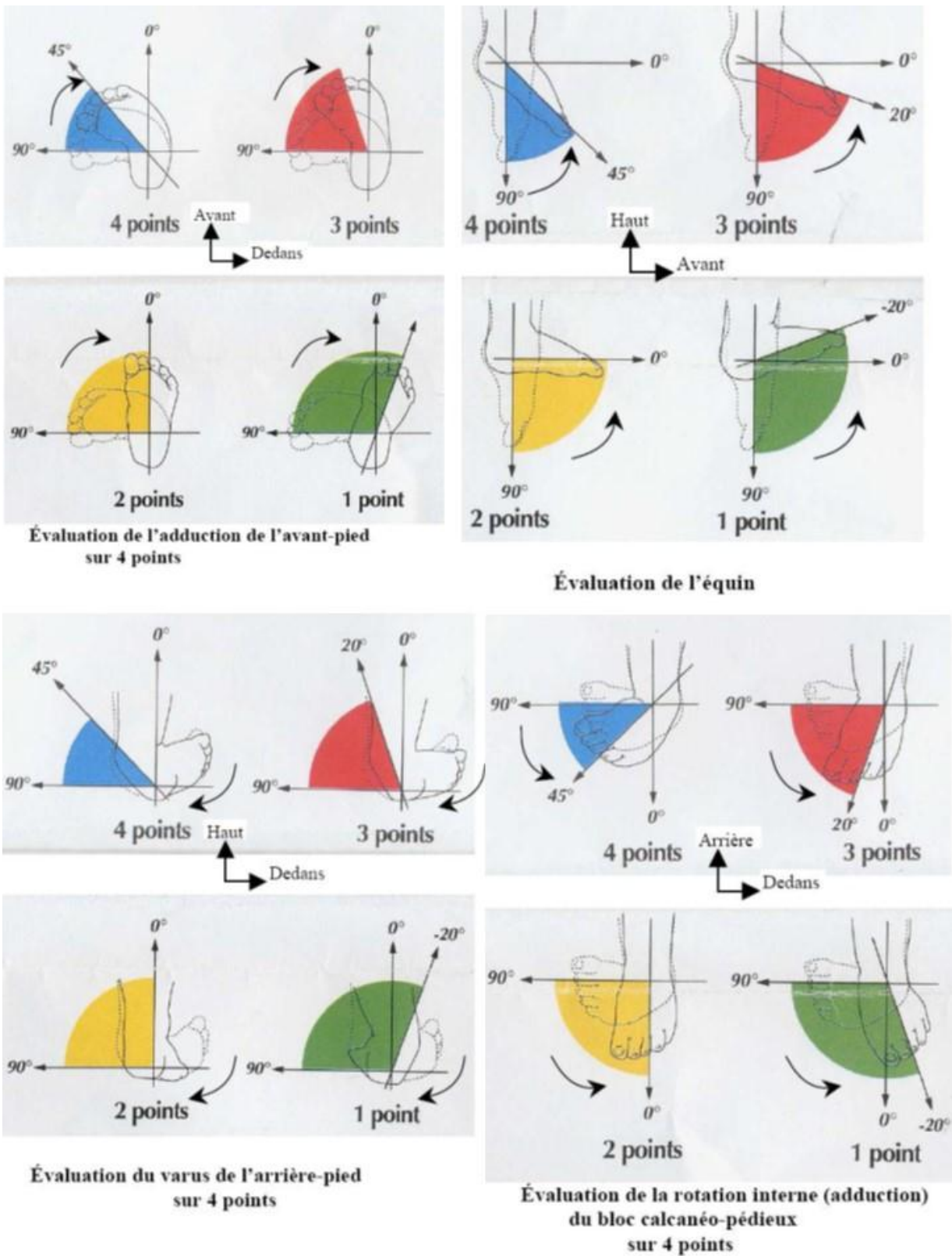


Figure (25) [19] : La classification de Dimeglio et Bensahel

La cotation de ces quatre paramètres fournit un score sur 16 points.

A ce score s'ajoutent 4 paramètres péjoratifs cotés 0 ou 1 :

- Présence d'un pli cutané postérieur : 1 point
- Présence d'un pli cutané médial : 1 point
- Présence d'un creux plantaire : 1 point
- Déficience musculaire (hypertonie globale, amyotrophie sévère) : 1 point

On obtient au total un score sur 20 points permettant de placer les pieds dans

4 catégories de gravité croissante :

- Grade I ou « soft soft » : score initial de 1 à 5
- Grade II ou « soft stiff » : score initial de 6 à 10
- Grade III ou « stiff soft » : score initial de 11 à 15
- Grade IV ou « stiff stiff » : score initial de 16 à 20

Le score de LRD permet de différencier la sévérité de la maladie en faisant une cotation des 4 déformations qui composent le PBVE : varus, équinisme, l'adduction de l'avant-pied et la supination, il permet d'indiquer la prise en charge adéquate selon le grade.

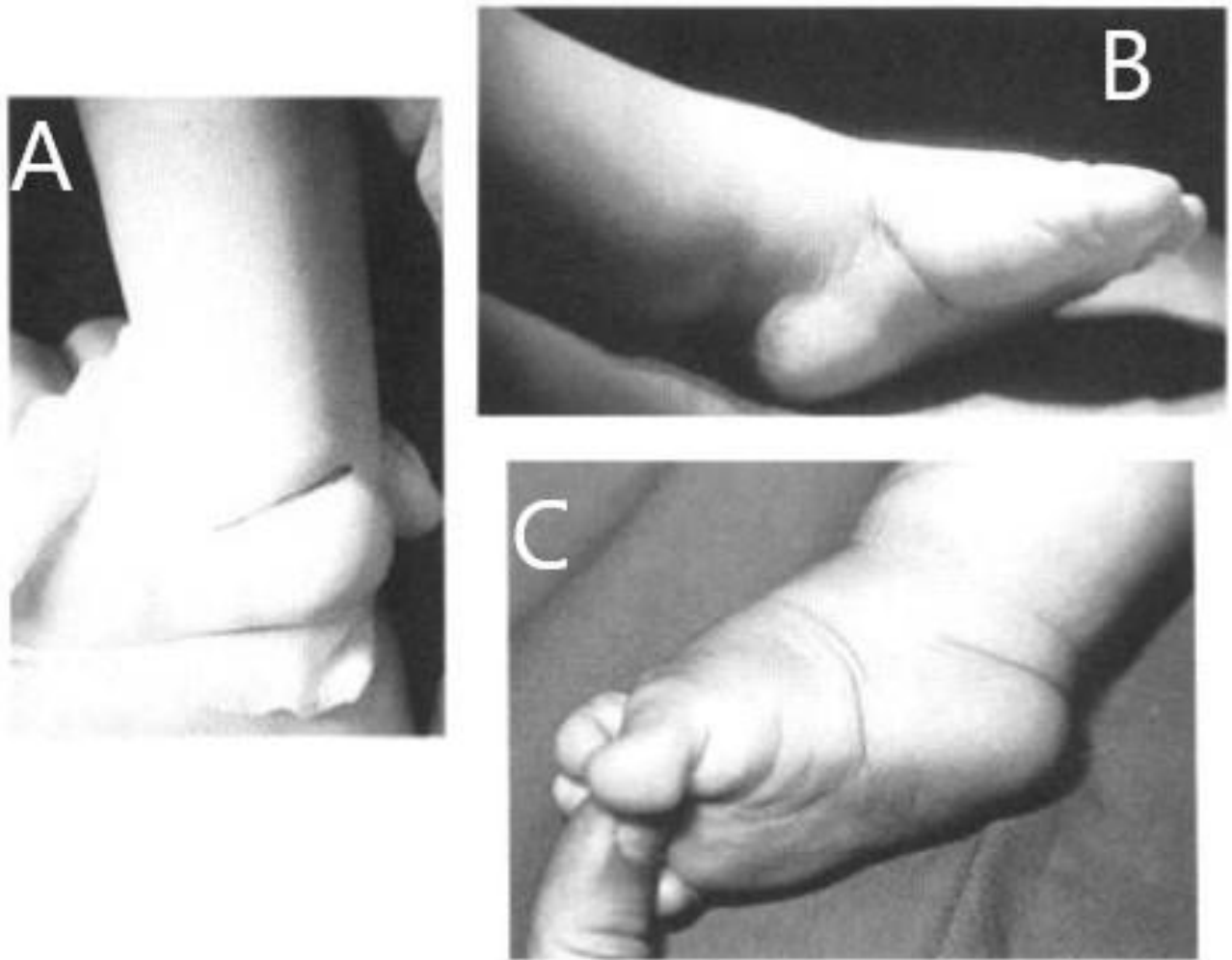


Figure (26) [19] : (A) Pli postérieur = 1 point (B) Pli médio-tarsal (interne) = 1 point
(C) Cavus du pied = 1 point

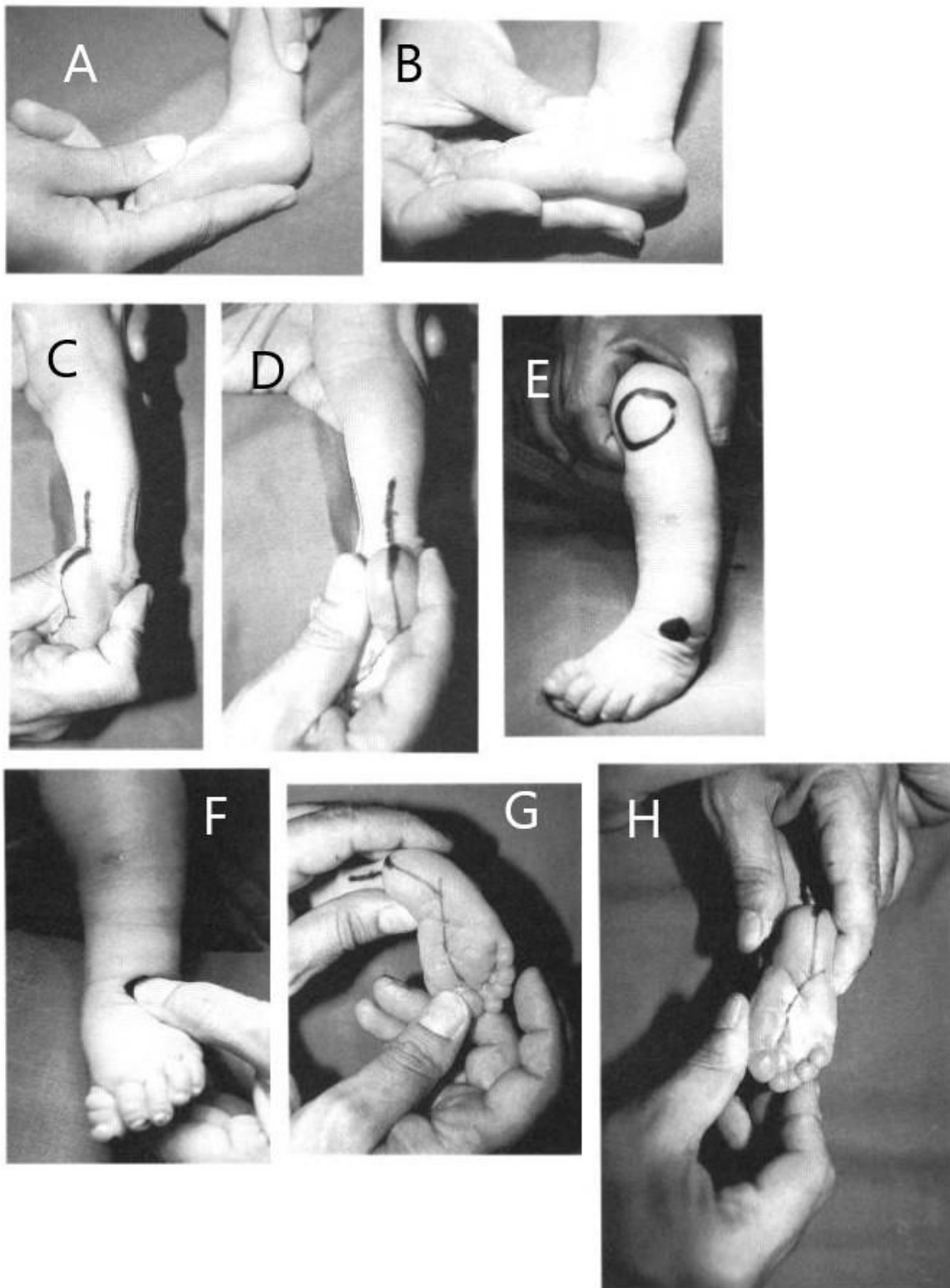


Figure (27) [19] : (A) Equin = 3 points (B) Equin = 2 points (C) Déviation du varus, réductibilité à 0° = 2 points (D) Déviation varus, réductibilité à 0° = 2 points (E) Dérotation du bloc calcanéopédieux, réductibilité à -10° = 1 point (F) Dérotation du bloc calcanéopédieux : réductibilité à -10° = 1 point (G) Adduction de l'avant pied, réductibilité à 0° = 2 points (H) Adduction de l'avant pied, réductibilité à 0° = 2 points

Cette classification a pour but de s'assurer du progrès avec le traitement appliqué et elle permet des échanges d'information et des comparaisons avec les autres équipes.

Cette classification a pour but de s'assurer du progrès avec le traitement appliqué et elle permet des échanges d'information et des comparaisons avec les autres équipes.

4. La classification ou le score de Pirani [20] :

Le score de Pirani se subdivise en 6 signes cliniques qui quantifient la sévérité de chaque composant de la déformation du pied bot ; chaque composant est coté 0 (normal), 0.5 (moyennement anormal) ou 1 (très anormal). Il faut noter chaque score et les additionner pour avoir au totale un score entre 0 et 6. Plus le PBVE est sévère plus le score est élevé.

L'examen peut se résumer en : voir « look », ressentir « feel » et mouvoir « move ».

Le pied est divisé en 2 parties, le médio-pied : midfoot (tableau Ib) et l'arrière pied : hindfoot (tableau Ia).

Tableau Ia : Le score de Pirani « l'arrière-pied »

'VOIR' « Le pli postérieur »	0	Pas de pli postérieur
	0,5	Léger pli postérieur
	1	Pli postérieur profond
'RESSENTIR' « Signe du talon vide »	0	Talon dur (calcanéus en position normale)
	0,5	Talon légèrement doux
	1	Talon très doux (calcanéus non palpable)
'MOUVOIR' « Rigidité de l'équin »	0	Dorsiflexion normale
	0,5	Pied plantigrade avec genou en extension
	1	Equin fixe

Tableau Ib : Le score de Pirani « le médio-pied »

'VOIR' « Le bord latéral du pied »	0	Aucune déviation de la ligne droite
	0,5	Déviaton médiale distale
	1	Déviaton importante proximale
'RESSENTIR' « La tête du talus »	0	Ligament talo-naviculaire réductible
	0,5	Talon légèrement doux
	1	Ligament talo-naviculaire subluxé mais réductible
'MOUVOIR' « Le pli interne »	0	Pas de pli postérieur
	0,5	Léger pli postérieur
	1	Pli postérieur profond altérant le contour interne du pied

III. Imagerie PBVE :

A.Radiographie standard :

1. Intérêts [21] :

L'examen radiologique 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 important du pied. Dans certains cas, les noyaux d'ossification du calcanéus et du talus sont peu développés et parfois même de forme sphérique.

Dans certains cas de forme mineure et unilatérale de PBVE, l'étude radiologique 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 du PBVE.

2. Analyse radiographique [22] :

a) Face (fig 28) :

Sur l'incidence de face, 3 angles doivent être mesurés :

- Divergence talo-calcanéenne :

Cet angle est formé par l'intersection des grands axes du talus et du calcanéus, il est d'environ 40°, cet angle est diminué dans le PBVE, ce qui traduit essentiellement une adduction du calcanéus, donc une adduction du bloc calcanéopédieux, si l'on considère le talus comme un point fixe.

- Angle talus-premier métatarsien :

Sur un pied normal, l'axe du talus prolongé passe normalement un peu en dedans de l'axe du premier métatarsien, il réalise un angle ouvert de 10° à 15°. Cet angle est inversé dans le PBVE, car il résulte de la sommation de 4 attitudes

vicieuses : adduction du bloc calcanéopédieux, celle de la médio-tarsienne, mais également des défauts de l'articulation cunéo-naviculaire et cunéo-métatarsienne.

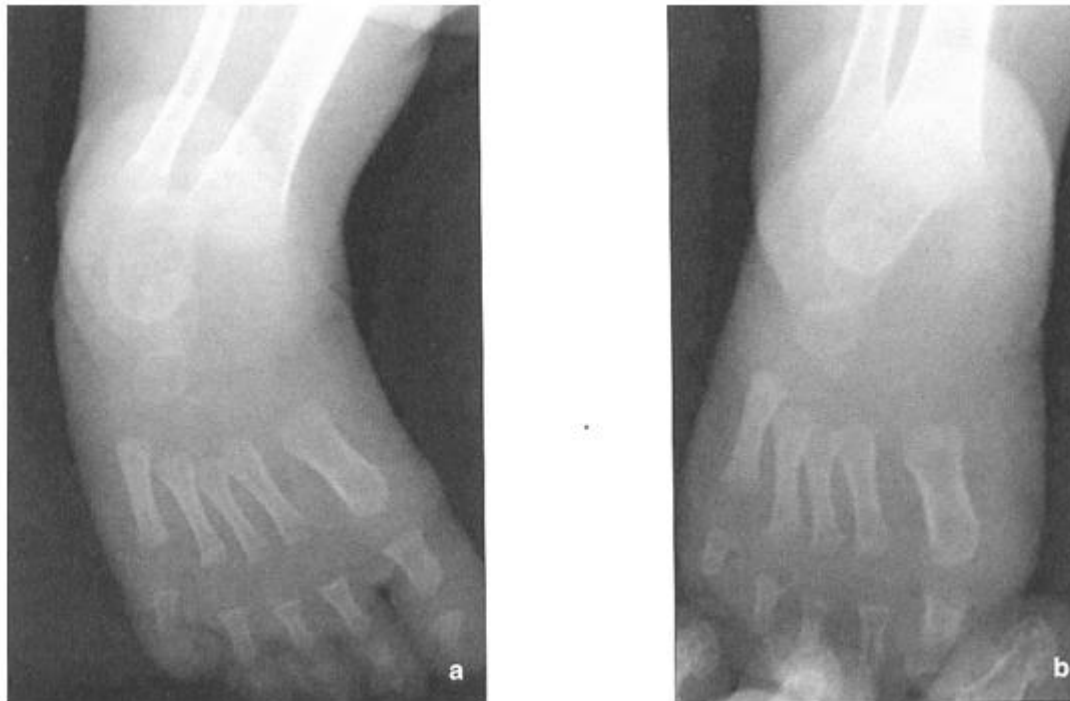


Figure (28) [23] : radiographies d'un PBVE droit idiopathique à l'âge de 5 mois ; a= incidence dorso-plantaire de face ; b= incidence dorso-plantaire de face en position de correction. L'angle de divergence talo-calcanéen mesure 24° , l'angle talo-M1 mesure 27° et l'angle calcanéom5 mesure 21° .

C'est la raison pour laquelle cet angle n'a qu'une valeur d'orientation, il est quand même demandé pour comparer le résultat d'un examen à l'autre ou d'un pied à l'autre.

- **Angle calcanéus-5^{ème} métatarsien (fig 29) :**

Normalement, le bord externe du pied est rectiligne, la valeur de cet angle est de 0° .

Dans le PBVE, cet angle est augmenté, ce qui traduit l'adduction de l'avant-pied sur l'arrière-pied, qui ne peut alors siéger qu'à 2 niveaux : la médio-tarsienne et l'articulation de Lisfranc.

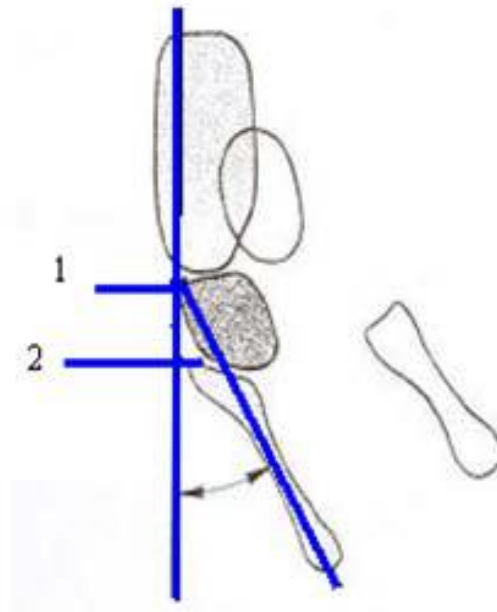


Figure (29) [23] : l'angle calcanéo-cinquième métatarsien permet de situer l'adduction dans l'avant pied (Lisfranc) ou dans la médio-tarsienne ;

1 = Adduction médio-tarsienne ; 2 = Adduction de Lisfranc.

Sur l'incidence de face, on peut également évaluer :

- **La subluxation talo-naviculaire :**

Simon a décrit une méthode radiologique pour déterminer la présence ou non d'une subluxation talo-naviculaire avant même que le naviculaire ne soit ossifié.

Ainsi, il affirme qu'il existe une subluxation talo-naviculaire lorsque l'angle talo-calcanéen de face est inférieur à 15°, associé à un angle talo-métatarsien de face supérieur à 15°.

Cependant, cette méthode est jugée par certains auteurs comme incertaine.

- **L'alignement calcanéo-cuboïdien :**

Thometz et Simon démontrent une relation étroite entre la déformation de l'articulation calcanéo-cuboïdienne et la subluxation talo-naviculaire ; quand il existe une subluxation calcanéo-cuboïdienne importante, il existe toujours une subluxation sévère de l'articulation talo-naviculaire, l'inverse n'étant pas constant.

b) Profil (fig 30) :

L'incidence de profil fournit 3 ordres de renseignements :

- Etude de la morphologie apparente de l'arrière-pied.
- L'appréciation de l'équinisme et de son siège exact.
- L'aspect de la voûte plantaire.

- **L'angle talo-tibial ou (tibio-astragalien) :**

Etudié par le prolongement des grands axes du calcanéus, du tibia et du talus, il fait normalement 90° , il est augmenté dans le PBVE.

- **La divergence talo-calcaneenne de profil :**

C'est l'angle formé par l'intersection des grands axes du talus et du calcanéus.

Elle est normalement de 40° à 50° chez le nouveau-né et le petit nourrisson, elle est diminuée dans le PBVE.

On peut par l'étude de ces 2 angles situer l'équin en : équin talo-tibial, équin sous-talien et équin mixte.

- **La voûte plantaire :**

Une ligne passant par la corticale inférieure du corps du calcanéus et une ligne passant par la corticale inférieure du 5^{ème} métatarsien forment à l'état normal un angle ouvert en bas, mesurant entre 150° - 175° , un angle inférieur à 150° traduit un pied creux, un angle supérieur à 175° traduit un pied plat.

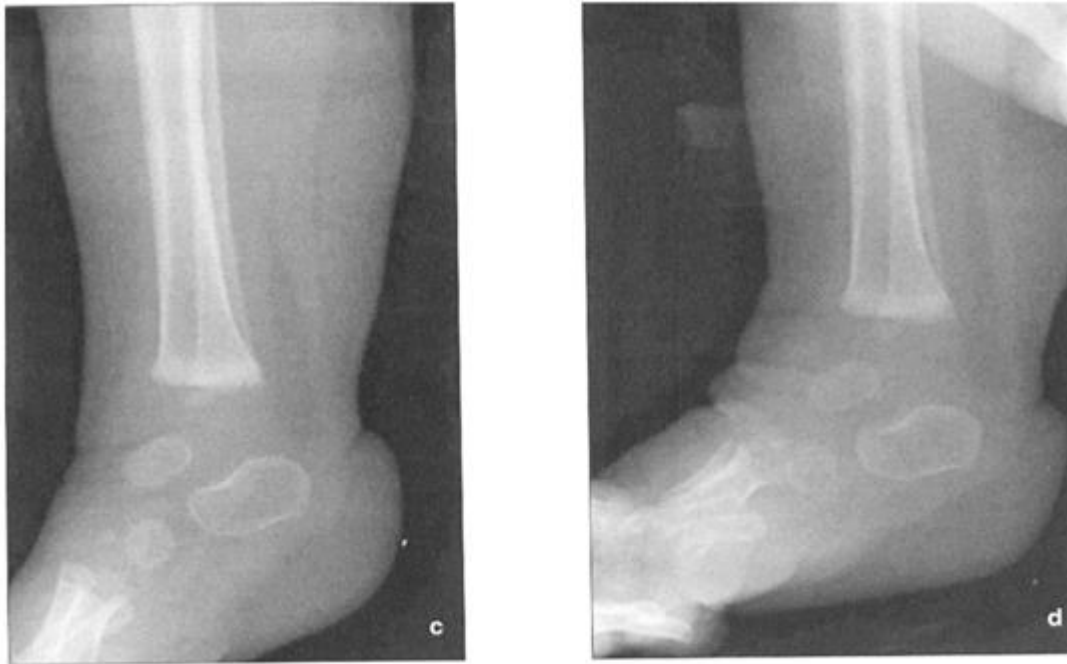


Figure (30) [23] : radiographies d'un PBVE droit idiopathique à l'âge de 5 mois ;
c= incidence de profil strict de l'arrière-pied ; d= incidence de profil en position de
correction. L'angle de divergence talo-calcanéen mesure 27° , l'angle tibio-talien
mesure 115° et l'angle tibio-calcanéen mesure 100° .

c) Au total :

Les renseignements fournis par le cliché de face sont complémentaires de ceux qui sont obtenus par le cliché de profil ; schématiquement, en cas de varus de l'arrière-pied, il existe une diminution des angles talo-calcanéens de face et de profil.

3. Limites de la radiographie [22,24] :

a) Difficultés de réalisation :

- Défaut de coopération du nourrisson.
- Difficulté de jugement de la qualité des radiographies.
- L'absence de clichés dynamiques chez le petit enfant, ne permettra pas d'apprécier la mobilité talo-crurale et sous-talienne.

b) Difficultés d'analyse :

- A cause de la forme des noyaux qui sont ronds et ovoïdes, ce qui rend difficile de tracer des axes longitudinaux à leur niveau.
- Dû au retard d'ossification des os du tarse dans le PBVE.
- Les noyaux d'ossification ne correspondent pas exactement au centre de l'os : Howard et Bensen ont pu mettre ont évidence, que le point d'ossification du Talus commence par le col, ce point apparaît donc plus antérieur et plus médial par rapport au talus totalement calcifié. Donc sur la radiographie, le noyau du talus reflète d'avantage l'axe du col et non celui du corps.
- Le naviculaire, dont la position par rapport au talus est essentielle à évaluer dans le PBVE ne se fait que de manière indirecte, car l'ossification du naviculaire ne commence qu'à l'âge de 3-4 ans.

B. Echographie :

En permettant de visualiser le cartilage du tarse, l'échographie apparaît être une méthode complémentaire de la radiographie dans l'exploration du PBVE.

1. Résultats [9] :

a) Coupe axiale transverse par voie médiale (fig 31) :

Dans le PBVE, le naviculaire est subluxé en dedans. L'angle TN est positif, supérieur à $+10^\circ$, (normalement, il est de -20° à -30°) et traduit la rotation médiale du cartilage en avant de la tête du talus.

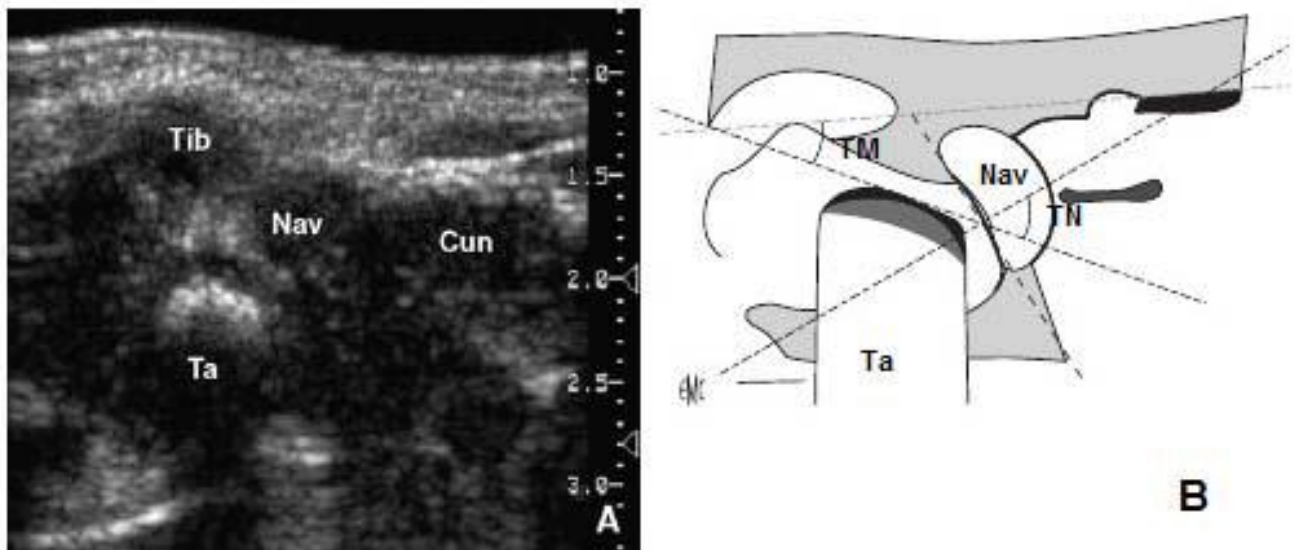


Figure (31) [9] : PBVE : Coupe axiale transverse par voie médiale ; Ta= Talus ;
Na= Naviculaire ; Tm= Angle talo-métatarsien.

b) Coupe axiale transverse par voie latérale (fig 32) :

Sur un pied normal l'angle CM est de l'ordre de -20° , dans le PBVE, cet angle est de -40° , traduisant l'adduction de la colonne latérale. L'augmentation de l'angulation intéresse l'articulation médio-tarsienne ou l'articulation tarso-métatarsienne.

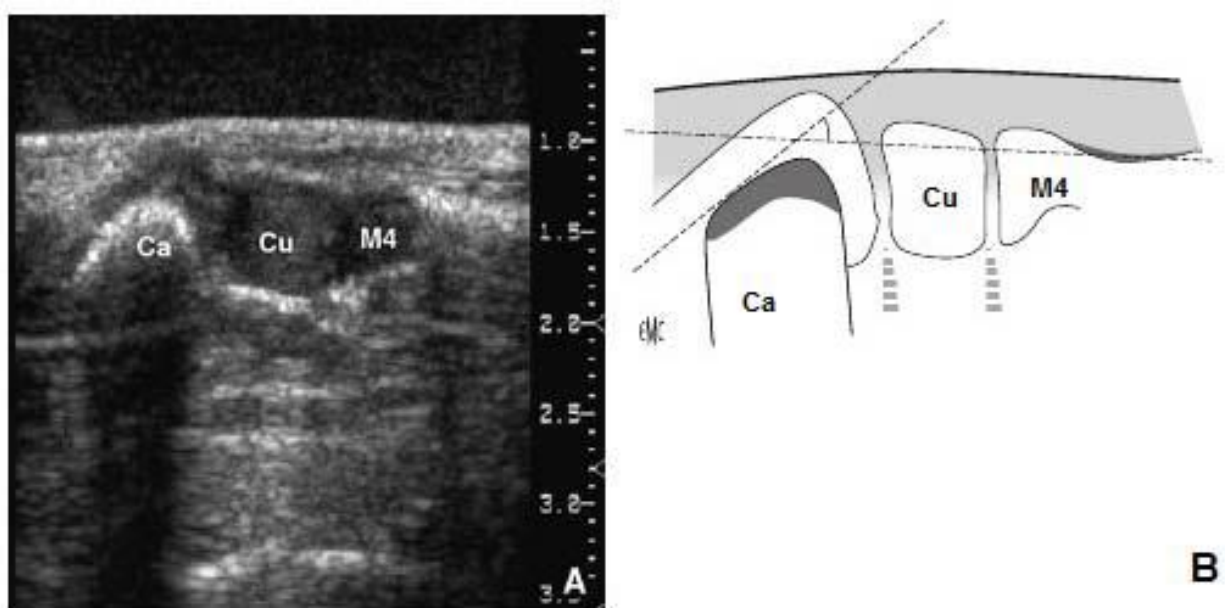


Figure (32) [9] : PBVE : coupe axiale transverse par voie latérale ; Ca= calcanéus ;
Cu= cuboïde ; 4eM= 4ème métatarsien ; CM= Angle calcanéomé-tatarsien.

c) Coupe sagittale par voie postérieure (fig 33) :

Sur un pied normal, la tangente aux noyaux d'ossification du talus et calcanéus fait avec la ligne métaphysaire du tibia un angle supérieur à 90° (angle métaphyso-talo-calcaneén MTC) lors de la flexion dorsale, alors qu'il est de 60° en flexion plantaire.

Dans le PBVE, cet angle en flexion dorsale est très abaissé (60° environ), cette diminution est la traduction de l'équin.

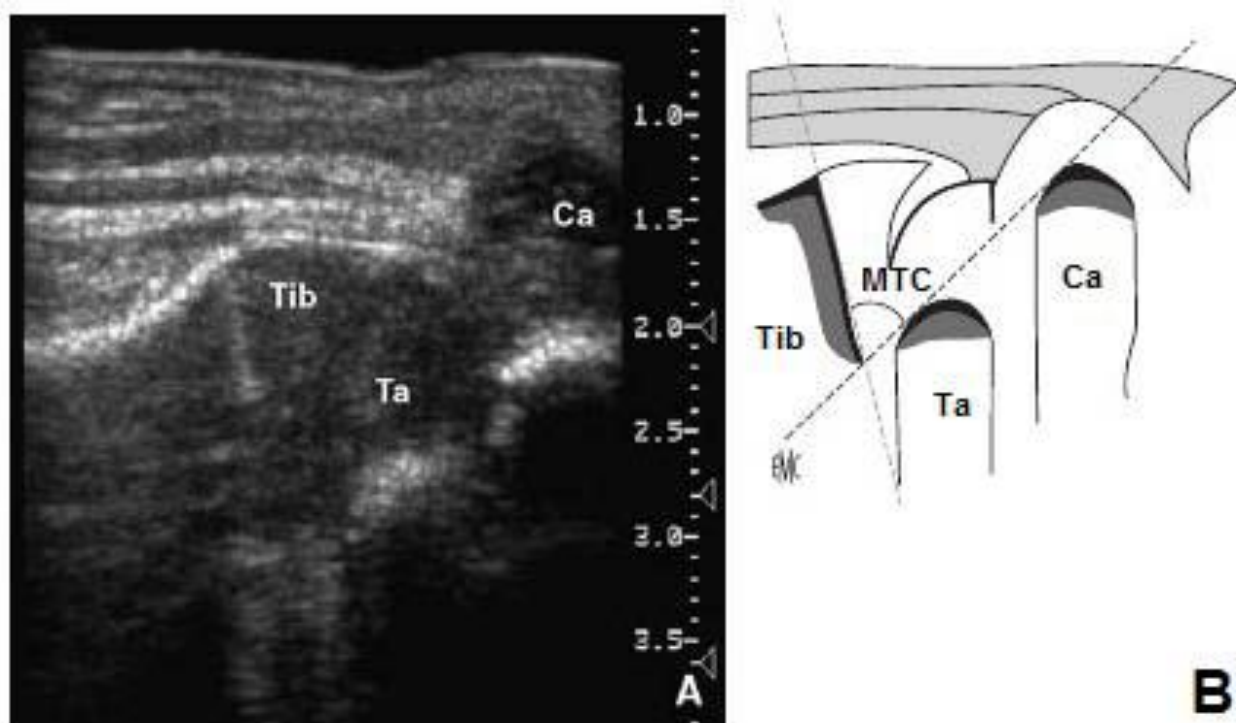


Figure (33) [9] : PBVE : coupe sagittale par voie postérieure ; Tib= Tibia ; Ta= Talus ;
Ca= Calanéus ; MTC= Angle métaphyso-talo-calcaneén.

C.Tomodensitométrie [22] :

Le scanner permet une bonne visualisation des structures osseuses, des parties molles et des structures musculo-tendineuses, mais le cartilage, la synoviale et la plupart des ligaments ne sont pas analysables sans injection intra articulaire de produit de contraste. Le scanner paraît donc assez peu informatif pour l'exploration du PBVE du jeune enfant.

Par contre, lorsque l'enfant est plus grand, avec un pied ossifié, le scanner peut être intéressant : ainsi, la tomodensitométrie peut être utilisée en complément de la radiographie afin d'étudier l'arrière-pied avec notamment l'évaluation de déformations résiduelles à son niveau à type de subluxation latérale du calcaneus postérieur.

Un des attraits du scanner est surtout la possibilité de reconstructions tridimensionnelles et d'analyse dans tous les plans de l'espace à partir de coupes obtenues dans un seul plan. Mais du fait de l'absence de visualisation des cartilages, cette méthode ne peut être utilisée chez les nourrissons et s'applique par conséquent d'avantage à étudier des PBVE le plus souvent déjà traités.

D. Imagerie par résonance magnétique (IRM) [25,26] :

L'IRM permet une excellente étude anatomique grâce aux différents contrastes magnétiques spontanés des structures :

- En T1 : hypersignal franc de la graisse au sein de la moelle osseuse et des parties molles, hyposignal franc des ligaments, des corticales et du liquide intra-articulaire, signal intermédiaire des cartilages.
- Par contre chez l'enfant, ce contraste est moins net du fait de la pauvreté en graisse faisant préférer par certains auteurs les séquences T2, délimitant mieux les cartilages.

L'utilisation de l'IRM a l'avantage de situer les noyaux osseux par rapport aux contours cartilagineux, les alignements articulaires, les déformations osseuses, ainsi que les déformations osseuses évaluant les os qui ne sont pas encore ossifiés, dont l'os naviculaire, qui ne s'ossifie qu'à partir de l'âge de 3 ans.

Ainsi, la reconstruction tridimensionnelle par l'IRM a permis de visualiser le volume cartilagineux des os et la mesure des rapports du naviculaire avec le talus et les anomalies propres à chaque os.

Tous les auteurs sont unanimes sur l'intérêt de l'IRM, aussi bien dans l'étude précise des anomalies avec l'évaluation de la sévérité du PBVE, que dans la surveillance du traitement.

Cependant, les indications de l'IRM restent limitées en raison :

- De la nécessité de prémédication sédatrice chez le jeune enfant, afin d'obtenir une immobilité absolue du pied.
- Du moins bon contraste spontané chez l'enfant, avec des difficultés d'analyse majorées si l'on ne dispose pas d'une IRM haut champ.
- Du prix de revient élevé, ainsi que de la faible disponibilité des appareils.

IV. Traitement :

A. Objectifs :

Les objectifs du traitement sont de corriger l'équinisme, l'adduction, la supination du pied, de maintenir cette correction dans le temps, de rétablir l'équilibre musculaire et de préserver une souplesse articulaire suffisante afin d'obtenir un pied plantigrade, chaussable avec une fonction la plus proche possible de la normale.

Sachant que quel que soit le traitement utilisé ; orthopédique ou chirurgical on ne peut guère espérer transformer un PBVE en un pied strictement normal.

B. Moyens thérapeutiques :

La majorité des auteurs s'accordent que le traitement initial du PBVE est d'abord « orthopédique » au sens conservateur du terme. Si la chirurgie précoce est d'actualité depuis 10 à 15 ans, très peu d'auteurs la défendent encore d'emblée avant tout traitement orthopédique [27].

Schématiquement on distingue trois options ou techniques [28] :

- 1) Le traitement orthopédique qui privilégie la contention par les plâtres successifs, dont Ponseti est actuellement le chef de file.
- 2) Le traitement fonctionnel, basé sur des manipulations passives et actives fréquentes répétées dans la journée. Les auteurs français sont les principaux promoteurs de cette méthode.
- 3) D'autres techniques peuvent être qualifiées de mixtes associant manipulations et immobilisation plâtrée.

1. Technique de Ponseti :

Dans notre série, le choix de la méthode thérapeutique a été la technique de Ponseti comme traitement conservateur du PBVE, du fait de sa supériorité dans la PEC des PBVE.

Une étude comparative des 2 méthodes faite par P. Wicart et F. Chotel [29] entre 2000 et 2002 a objectivée la supériorité de la technique de Ponseti :

- Le risque de nécessiter une chirurgie de libération complète des parties molles est de 19% dans la méthode fonctionnelle et de 2% dans la méthode de Ponseti. Par contre la différence n'est pas significative entre les deux techniques concernant la chirurgie de libération partielle (3% pour la technique fonctionnelle contre 5% pour la technique de Ponseti). Ces mauvais résultats qui ont nécessité des libérations complètes, la méthode de Ponseti donne donc un plus fort taux de bons résultats.
- Les résultats des deux méthodes étaient similaires concernant la prise en charge des PBVE mineurs. En revanche, la méthode de Ponseti donnait de meilleurs résultats pour les déformations modérées et sévères.

a) Phase du traitement :

(1) Phase I : Phase de réduction :

(a) Principe :

Ponseti [6], s'oppose à de nombreux auteurs sur plusieurs points, et rapporte une dizaine d'erreurs thérapeutiques classiques à éviter. Il propose certaines règles que nous développerons :

La première manipulation consiste en un alignement de la supination de l'avant-pied sur celle de l'arrière-pied. Cette réduction de la pronation relative du premier métatarsien par rapport à l'arrière-pied est une manœuvre dite « anti-cavus » (fig 34). L'accentuation de la supination de l'avant-pied obtenue par

élévation en extension du premier rayon, donne l'apparence paradoxale d'une aggravation de la déformation. Elle permet toutefois un meilleur étirement du ligament glénoïdien [6].

Pour Ponseti [6] plus la déformation est sévère, plus l'avant pied en phase initiale, doit être porté en supination.

Ce point est essentiel, il diffère des méthodes conventionnelles où en réponse à la supination globale, le pied est porté en pronation. L'avant-pied plus souple que l'arrière-pied se trouve alors twisté en éversion. D'autre part, cette mise en pronation est de nature à **bloquer ou au moins à freiner le mouvement d'abduction du calcaneus sous le talus** [27]. (fig 36)

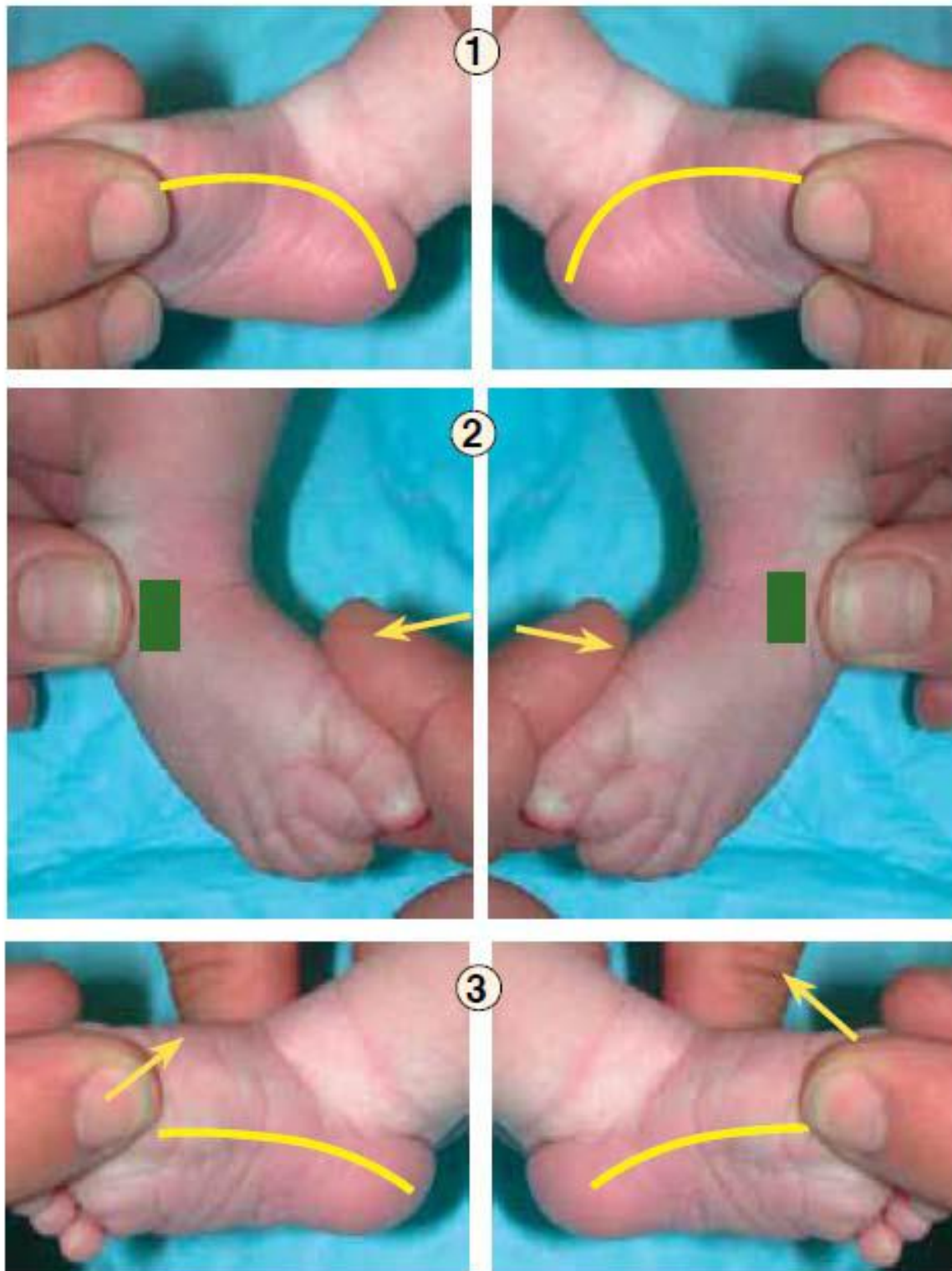


Figure (34) [7] : première étape du traitement : le cavus qui correspond à l'arche médiale (1) ligne jaune est dû à la pronation de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied, et nécessite seulement de relever le premier rayon de l'avant-pied (avant-pied amené en supination) pour obtenir une arche plantaire longitudinale normale (2 et 3). L'alignement de l'avant-pied avec l'arrière-pied est nécessaire pour obtenir une abduction efficace du pied qui corrigera ensuite l'adduction et le varus.

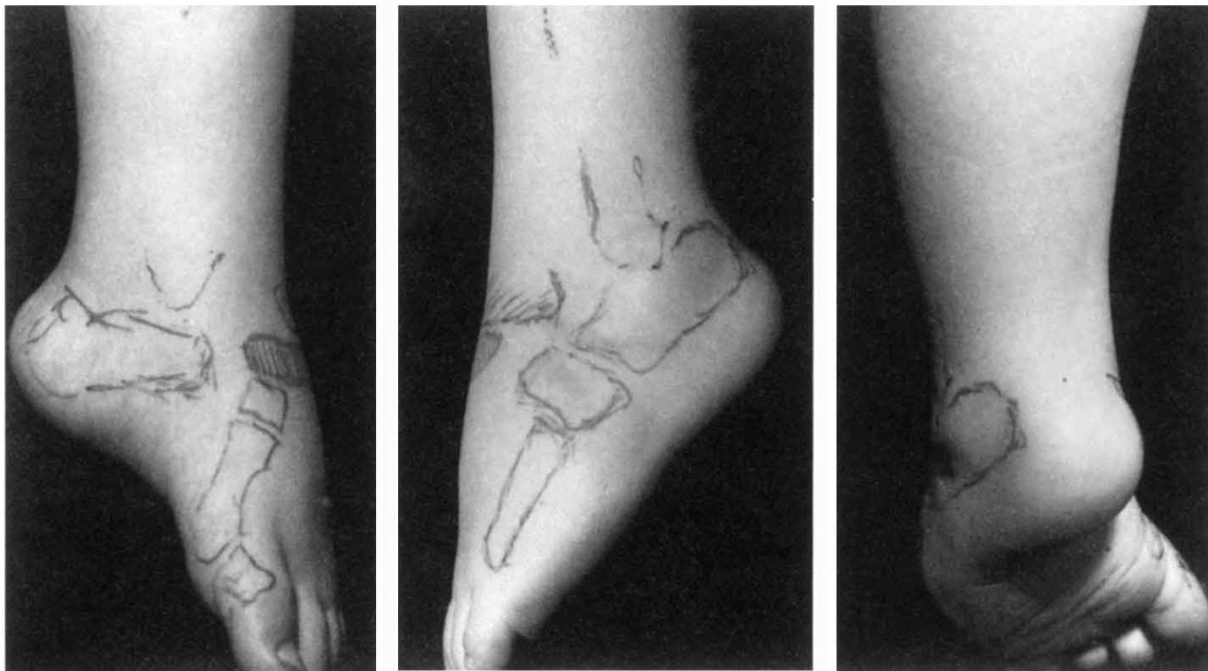


Figure (35) [6] (A) : Rechute d'un pied bot chez un garçon de 3 ans. Le pied est en supination, mais l'avant pied est en pronation par rapport au talon. Le premier métatarse est en sévère flexion plantaire alors que le 5^{ème} est en alignement correct avec le cuboïde et le calcanéus. Cette relation anormale entre l'avant-pied et l'arrière-pied est la cause du Cavus.

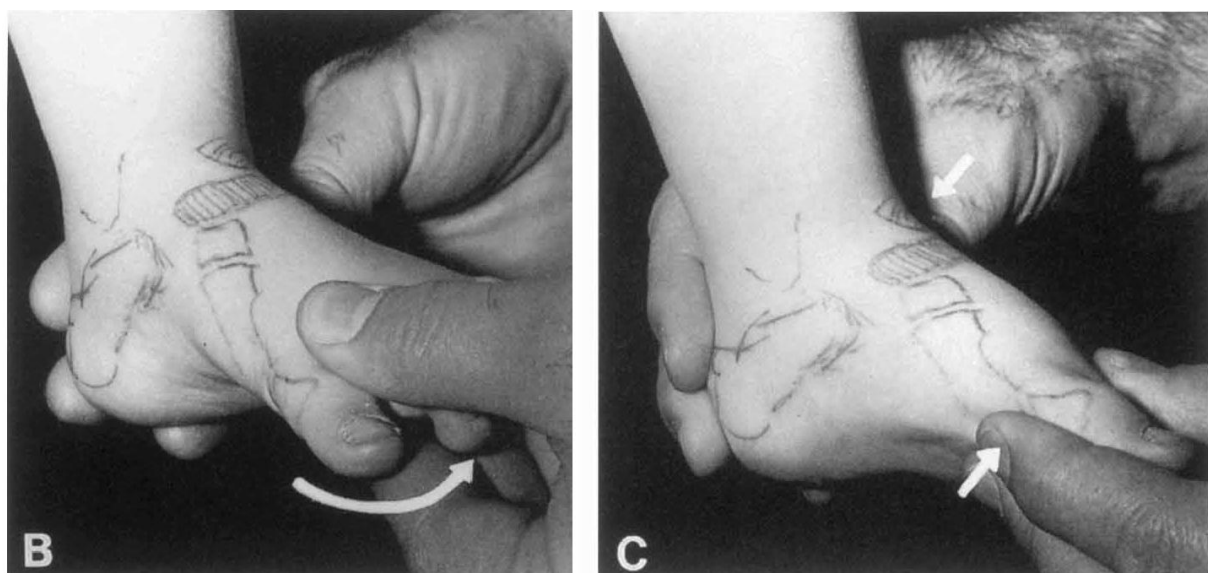


Figure (35) (B) et 26 (C) : (B) Mauvaise manœuvre pour corriger le pied bot. L'avant pied est en pronation, et en mettant le 1^{er} métatarse en flexion plantaire et le 5^{ème} en flexion dorsale, le cavus s'aggrave et le varus du talon ne se corrige pas. (C) le cavus est corrigé par la dorsiflexion de la partie interne de l'avant pied, et donc le placer (l'avant-pied) en alignement correct avec l'arrière pied.

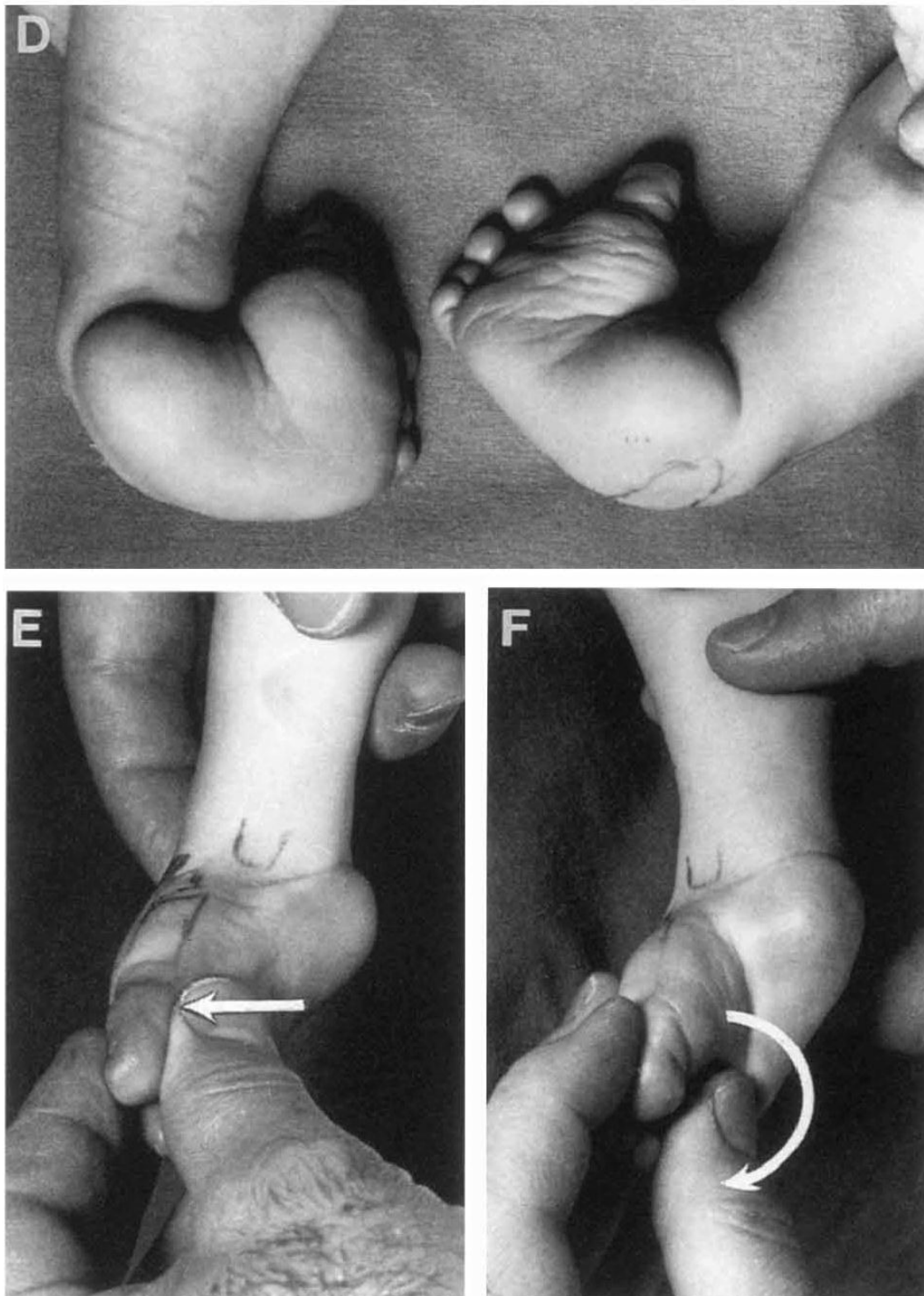


Figure (35) (D) : Pied bot bilatéral chez un enfant de 6 semaines. Les pieds sont sévèrement en supination. L'avant pied est en adduction et non aussi de supination que l'arrière pied. Le cavus résulte d'un avant pied en pronation légère par rapport au talon.

(E) : Manipulation pour corriger le cavus. La partie avant du pied est en supination pour la placer en alignement correct avec l'arrière pied.

(F) : Mauvaise manœuvre pour corriger la supination du pied. Cette manœuvre augmente le cavus sans corriger le varus du talon.



Figure (36) [30] : cette situation aggrave la déformation en accentuant le cavus. La pronation ne permet pas d'abduquer le calcanéus qui est en inversion et en pronation, et qui reste bloqué sous le talus. Cela crée également une nouvelle déformation en inversion dans le médio et l'avant-pied donnant l'apparence d'un pied en forme de haricot.

Ainsi placé en supination, l'avant-pied (ou bloc calcanéo-pédieux) va pouvoir être porté **progressivement en abduction** : « le virage de l'abduction se fait par un engagement en supination » [6]. Cette abduction s'effectue avec contre-appui du col du talus, ce dernier étant maintenu dans la mortaise tibio-fibulaire par le pouce de l'opérateur.

Il s'agit d'un second détail technique important. En effet porter le pied en abduction avec un contre-appui à la face latérale de l'articulation calcanéo-cuboïdienne est une erreur car ceci aboutit à bloquer l'abduction du calcaneus et du BCP, au profit d'une abduction purement médio-tarsienne voire tarsométatarsienne [27].

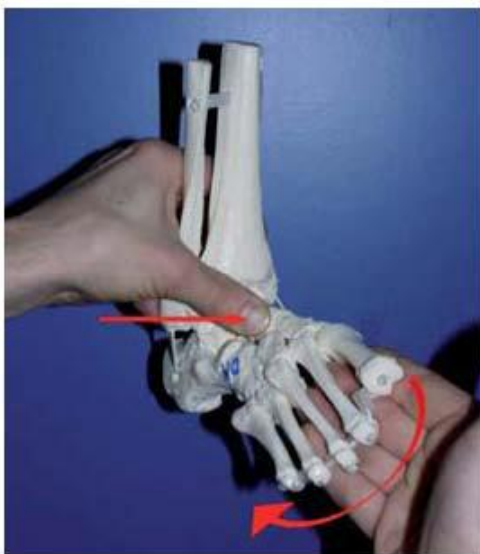


Figure (37) [30] : Dérotation du BCP. Le pouce fait contre appui sur le col du talus.

L'autre main tient le 1^{er} rayon entre le pouce et l'index pour entraîner progressivement le BCP en abduction.

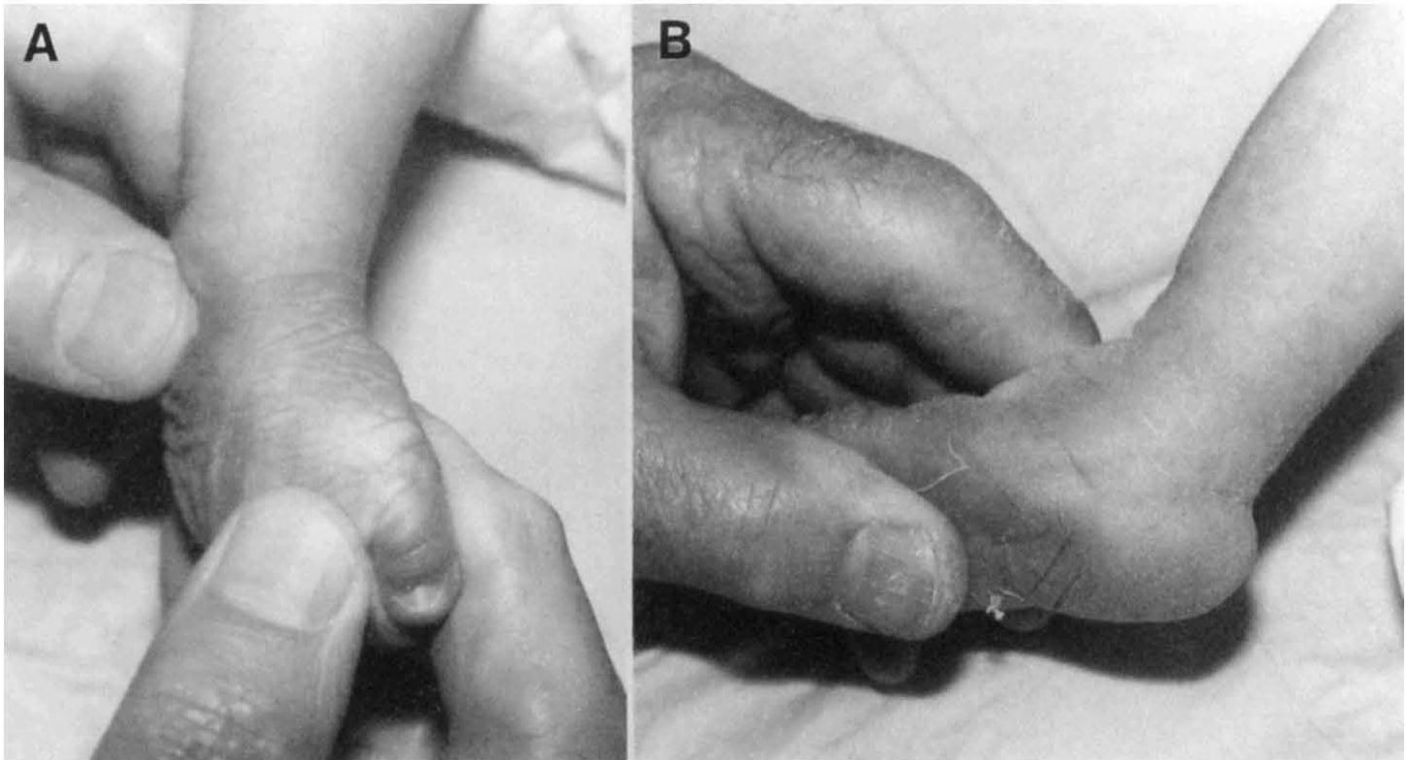
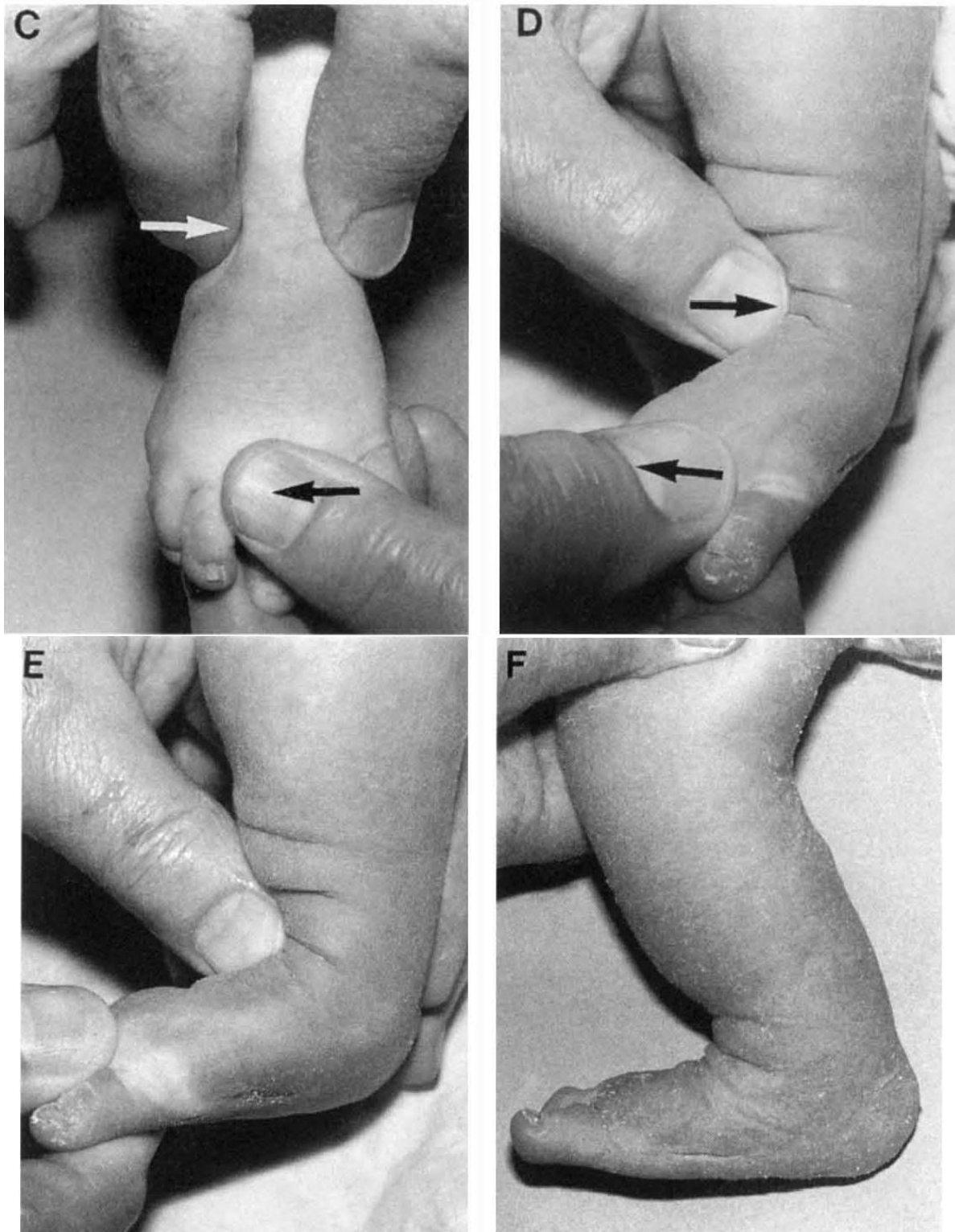


Fig (38) [6] (A) et (B) : Manipulations pour corriger le cavus, varus et l'adduction : une pression vers l'extérieur est exercée sur les métatarses et une contre pression sur le côté latéral de la tête du talus. Cette manipulation met en abduction le pied tenu en flexion et en supination. Quand le naviculaire, le cuboïde et le pied entier sont déplacés latéralement par rapport à la tête du talus, la portion antérieure du calcanéus suit et donc le varus du talon est corrigé.



(C) et (D) : Le pied est encore plus en abduction et la supination est réduite sans mettre en pronation le pied.

(E) : Pour étirer les ligaments du tarse moyen, le pied est mis en abduction à 70°. A noter que le talon n'est pas saisi par la main et donc permettant au calcaneus de se mettre en abduction avec le pied, et au varus du talon de se corriger.

(F) : L'équin a été corrigé par une ténotomie sous cutanée du tendon d'Achilles et le pied a été immobilisé par un plâtre pendant 3 semaines.

Au cours du mouvement progressif d'abduction du pied, le calcanéus se déplace en extension et en éversion simultanément, ceci permet une correction automatique du varus du talon sans aucune manipulation directe à ce niveau [30] (fig 39).

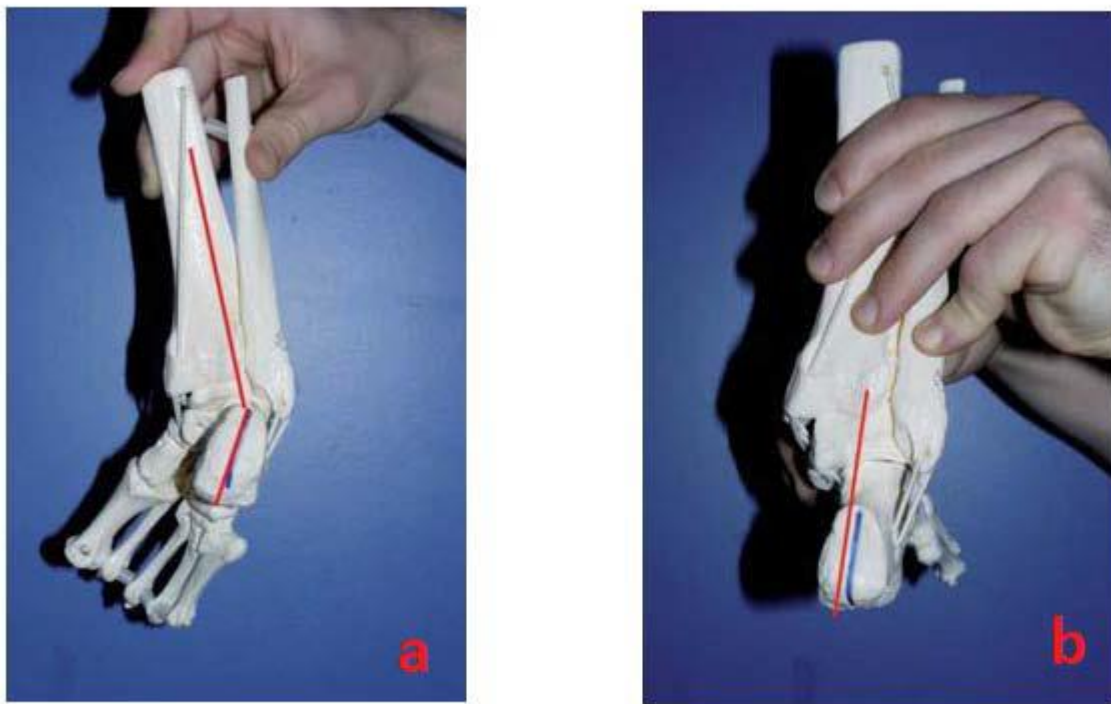


Figure (39) [30] : La dérotation du BCP entraîne une correction automatique du varus, sans manœuvre au niveau du talon ; a= avant la dérotation du BCP, le talon est en varus ; b= après dérotation du BCP, l'orientation du talon se normalise.

Au fur et à mesure que la supination de l'arrière-pied se réduit et que l'interligne calcanéocuboïdien se latéralise à côté, et non plus sous le col talien, il faut diminuer la supination de l'avant-pied. Quand l'adduction est corrigée, le pied est en prono-supination neutre : à aucun moment il ne sera porté en pronation (contre-indication formelle de l'auteur) [30].

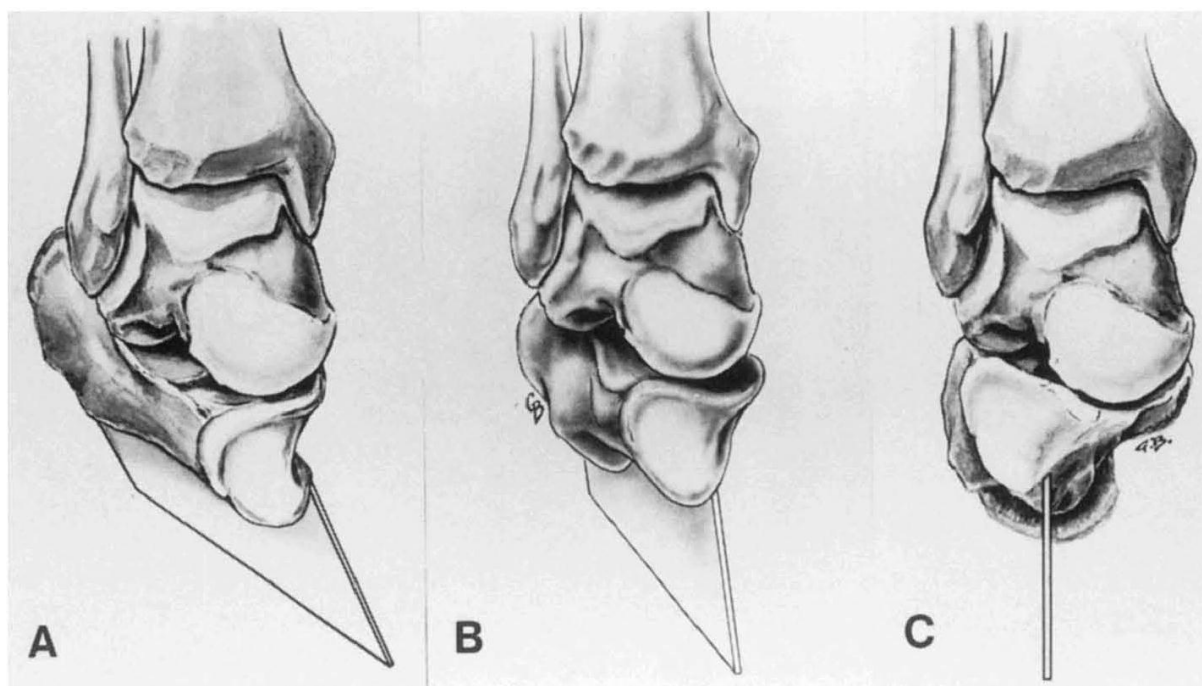


Figure (40) [6] : (A) Dans le pied bot, la portion antérieure du calcaneus est positionnée sous la tête du talus. Cette position cause le varus et l'équin du talon. (B) Les tentatives de déplacer le calcaneus en éversion sans le mettre en abduction ne corrigera pas le varus du talon. (C) Le déplacement latéral (abduction) de la portion antérieure du calcaneus avec sa relation normale avec le talus corrige le varus du talon.

Les manœuvres directes qui, par un mouvement frontal, portent en valgus le calcaneus entre pouce et index sont à proscrire car elles imposent un bâillement articulaire potentiellement iatrogène pour l'articulation sous-talienne externe [27].

Quand la correction complète de l'adduction du pied est obtenue, varus et supination sont alors corrigés (tous ces mouvements ont été simultanés). Il ne persiste à ce stade que quelques degrés d'équin. L'équin sous-talien est en grande partie réduit par restitution de la divergence physiologique talo-calcaneenne. En effet, le mouvement préalable d'abduction du calcaneus qui restitue la divergence de face permet de libérer la portion antérieure de celui-ci qui pourra alors ascensionner autorisant la descente de la grosse tubérosité. A ce stade, l'effort principal se porte sur l'équin tibio-talien [30].

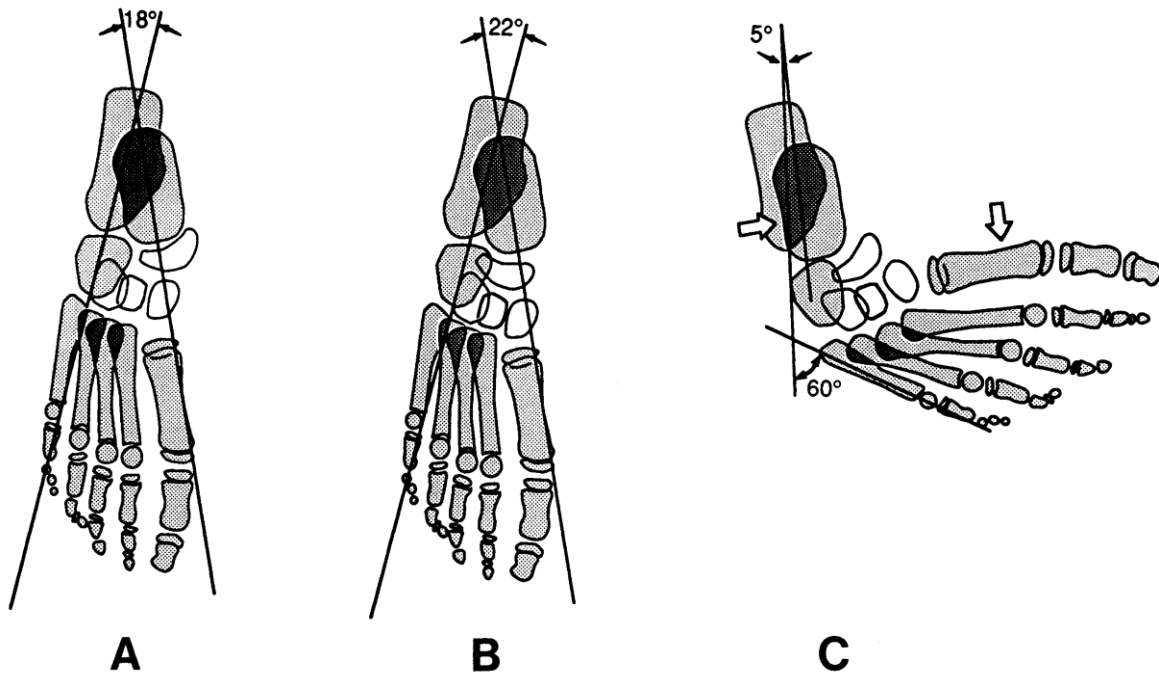


Figure (41) [6] (A), (B) et (C) Diagrammes du squelette d'un pied bot : (C) qui est corrigé en (B). L'angle talo-calcanéale et le déplacement médial du naviculaire ne sont que partiellement corrigés en (A).

Il est maintenant admis par tous que la correction de l'équin ne doit se faire qu'à la fin de la procédure de réduction. Dans le cas contraire la partie antérieure du calcaneus bloquée en adduction sous le talus, ne pourrait ascensionner correctement qu'au risque de conduire au pied convexe iatrogène. De plus, la tête du talus toujours déviée en adduction (angle de déclinaison) viendrait dans cette hypothèse, faire butoir contre la malléole interne lors de la flexion dorsale, ceci ayant pour effet de forcer le talus en rotation externe et d'entraîner la malléole externe en arrière (complication le plus souvent iatrogène) [27].

Certaines remarques s'imposent : la réduction de l'adduction peut se concevoir de plusieurs manières :

- Pour Ponseti [30], comme pour la plupart des auteurs [31,32], la rotation du BCP est effectuée par l'intermédiaire d'une prise métatarsienne (prise « en berceau » de Seringe) c'est-à-dire à distance du tarse postérieur.

- Ikeda [33] et Napiontek [21] proposent une action directe sur le tarse : le pouce de l'opérateur exerce une pression portée au niveau plantaire, à la face médiale de la calcanéo-cuboidienne pour pousser le calcaneus latéralement en dehors de la tête du talus, tandis que l'index de l'opérateur éloigne la tubérosité calcanéenne de la malléole externe. Ce mouvement est réalisé dans un plan proche de l'horizontal sans contrainte sur l'avant-pied, ce qui limite les risques iatrogènes.

b) Correction plâtrée :

- Confectionnement des plâtres :

Le plâtre doit impérativement être confectionné sur un enfant détendu dans une pièce calme, l'enfant est laissé à jeun de telle sorte que le biberon soit donné par un des parents au cours du geste.

La confection du plâtre succède à une brève manipulation et elle est réalisée dans la position d'étirement ligamentaire maximal.

Seul le plâtre de Paris, facile à modeler doit être utilisé. Une seule couche de coton ou de Velband® appliquée sur la peau de l'enfant sans jersey permet un bon ajustement du plâtre et une excellente tolérance cutanée.

Tandis que l'opérateur maintient le pied dans la position souhaitée, la bande de plâtre est déroulée de distal à proximal, dans le sens horaire pour un pied gauche, antihoraire pour un pied droit, en se limitant dans un premier temps au segment jambier. L'opérateur peut alors mouler et positionner le pied en rotation sous le talus, tandis que l'aide exerce un contre-appui sur la face dorsale de la cuisse ; la voûte plantaire est protégée par le pouce de la main « de maintien ». La zone pré-malléolaire interne est modelée par le pouce de la main « modelante », aucun contact avec le talon n'est réalisé.

La botte plâtrée étant terminée, la contention est prolongée sur le genou et la cuisse. En effet seule une prise cruro-pédieuse permet de prévenir la perte de correction par rotation de la cheville et du talus. Le plâtre cruro-pédieux, genou fléchi à 90° a pour autre avantage de détendre les jumeaux (action anti-équin), et d'éviter que le nouveau-né ne perde son plâtre (forme conique des segments). La réalisation d'une contention par simple botte plâtrée serait pour l'auteur une erreur fondamentale.

La découpe distale vient achever la procédure. La face dorsale des orteils est dégagée, sans en dépasser la commissure (risque d'œdème). Il faut bien conserver le plâtre sous les orteils au-delà des pulpes pour permettre un étirement des fléchisseurs.



Figure (42) [7] : Etapes de l'application du plâtre selon Ponseti : a= Application de la ouate ; b-c= Application du plâtre ; d= Moulage du plâtre ; e-f= Prolongement du plâtre jusqu'à la cuisse ; i= Finitions du plâtre ; j= Résultat final.

- Quand débiter la série de plâtres :

Selon Ponseti, il faut débiter le traitement rapidement après la naissance (7 à 10 jours). Cependant la plupart des déformations du pied bot peuvent être corrigées durant l'enfance par cette méthode [7].

- Nombre de plâtres :

Le nombre de plâtres nécessaires pour la correction des 3 déformations : adduction, supination et varus sont limités par Ponseti à 5 plâtres [34,4] (fig 42). Mais dans notre étude et suivant d'autres auteurs [35, 36, 37], nous sommes allés au-delà de 5, en fonction de la correction des déformations. Tableau II.

Tableau II : nombre de plâtres effectué pour chaque PBVE selon les séries.

Les séries	Nombre de plâtres effectués	Moyenne
C. Bronfen [35]	De 4 à 24 plâtres (6 à 8 plâtres dans 44,4% des cas)	-
S. Iltar [36]	De 3 à 11 plâtres	5
M. Colburn [37]	De 3 à 7 plâtres et 1 pied avec 14 plâtres	4,8
F. Chotel [34]	5 plâtres	-
Notre série	De 1 à 8 plâtres	4,42



Figure (43) [7] : Moulage des 5 plâtres. On voit de gauche à droite la progression de la correction.

- Durée des plâtres :

Selon Ponseti [7,4] et en accord avec d'autres publications [35,37,38] la durée moyenne de chaque plâtre est de 7 jours, avec des extrêmes allant de 5 à 10 jours.

c) La ténotomie :

Elle fait partie intégrante de la technique de Ponseti.

Elle diminue les risques iatrogènes de lésion du dôme talien, elle doit être précoce avant que la rétraction capsulaire postérieure ne se fixe [27].

Forester [39], souligne l'innocuité de cette technique (elle ne semble pas entraîner l'insuffisance tricipitale à terme si elle est réalisée précocement et de façon percutanée). Pour Aronson [40] seuls des allongements répétés sont susceptibles de réduire la force en flexion plantaire et le diamètre du mollet.

Après correction des 3 déformations ; adduction, supination et varus, par les plâtres successifs, la ténotomie du tendon calcanéen [7,37] vient corriger l'équin quand la dorsiflexion de la cheville est inférieure à 10° [37].

Avant de faire cette ténotomie, il faut être certain que l'abduction du pied est suffisante (50° à 60°). Le meilleur signe d'une abduction suffisante est la possibilité de palper la partie antérieure du calcaneus lors de la mise en abduction du pied [7,37]. Une ténotomie réalisée avant 50° à 60° d'abduction du pied, n'en résultera qu'une correction inadéquate de l'équin [37].

Forester [39], a noté que la ténotomie du tendon calcanéen (TC) n'induit pas d'insuffisance tricipitale si elle est réalisée précocement. Ponseti réalise cette ténotomie après le 5^{ème} plâtre soit vers la 5^{ème} ou la 6^{ème} semaine [35,38,41], mais elle peut être pratiquée jusqu'à l'âge d'1 an surtout lors des récurrences de l'équin.

Dans la série de José A. Morcuendo [42], il conclut que la technique de Ponseti peut être utilisée comme traitement du PBVE chez les enfants jusqu'à l'âge de 2 ans.

M. Marleix [34] a réalisé la ténotomie du TC à un âge moyen de 6 semaines, et il est allé jusqu'à l'âge de 8 mois.

Pour David A. Spiegel [43], il a eu recours à la technique de Ponseti chez des enfants porteurs de PBVE et âgés de 1 à 6 ans. Dans 16% des cas la ténotomie a été pratiquée à l'âge de 5 ans.

Selon Ponseti la ténotomie du tendon calcanéen est une petite intervention qui se fait sous anesthésie locale en consultation (anesthésiant local $\frac{3}{4}$ d'heure avant) [35] (fig 44).

Pour F. Chotel [38], la réalisation de la ténotomie se fait en principe sous anesthésie locale (forme unilatérale avec un tendon facilement palpable) ou plus souvent sous anesthésie générale.

En revanche, C. Bronfen [35] dans sa série a fait cette ténotomie sous anesthésie générale et caudale, ou rachianesthésie pour les enfants fragiles.



Figure (44) [7] : Etape de la ténotomie du tendon d'Achille.

d) Le plâtre post ténotomie :

Après correction de l'équin par la ténotomie, le pied est alors porté en abduction d'environ 70° et en 15° de dorsiflexion dans un plâtre confectionné pour 3 semaines (ou deux plâtres de 10 jours) [7,37,38]. C'est le dernier plâtre du protocole thérapeutique.

Dans notre série, le plâtre post ténotomie a duré 3 semaines. Dans la série de C. Bronfen [35], le dernier plâtre était conservé pendant 3 à 6 semaines (deux fois 3 semaines). Pour Guillaume Riffard [30], la ténotomie était suivie de 2 plâtres de 15 jours chacun (même s'il a utilisé la résine à la place du plâtre de Paris).

A aucun moment la déformation ne sera hyper corrigée. Ceci est important car il y a peu de possibilités d'échappement sous plâtre contrairement aux méthodes de strappinget l'hypercorrection peut être source de douleurs, de compressions voire d'escarres [27].

L'enfant est gardé 2 heures en secteur hospitalier pour surveillance de la bonne tolérance du plâtre. On conseillera de maintenir le membre surélevé les premières 24 heures.

(2) Phase II : La phase de consolidation :

Durant cette phase les postures occupent une place prépondérante. L'attelle de Denis-Brown (DB) est de très loin à cette phase l'appareillage de posture le plus utilisé [7,27].

Elle se compose de deux plaquettes ou semelles réglables essentiellement dans le plan horizontal et reliées entre elles par une barre transversale [30].



Figure (45) [30] : Attelle de Denis Browne.

Il en existe de multiples adaptations propres à chaque auteur : Ponseti préconise des sandales en cuir (Sandales Américaines) de modèle neutre. Il faut prendre soin de bien positionner le talon au fond de la sandale par serrage de la sangle dorsale située sur le coup de pied (système anti-équin). La largeur de la barre correspond à la distance bi-acromiale. Le réglage du pied sur l'attelle se fait avec un angle de 70° de rotation externe, 10° de flexion dorsale mais sans valgus ni pronation. Le port à temps complet (jour et nuit) des sandales sur la barre est recommandé pour 3 à 4 mois [27].

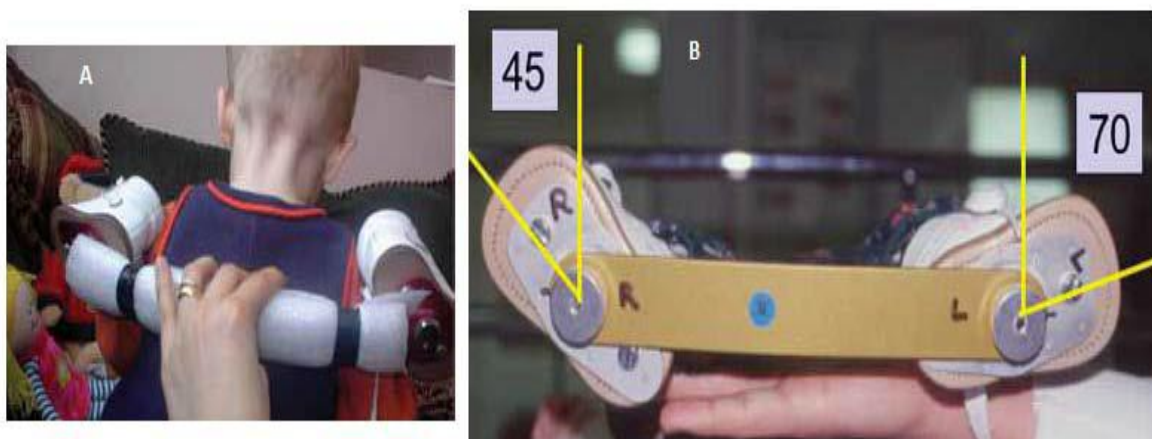


Figure (46) [7] : Réglage de l'attelle de DB ; A= la largeur de la barre = la distance bi-acromiale ; B= Le réglage du pied bot sur attelle = un angle de 70° .

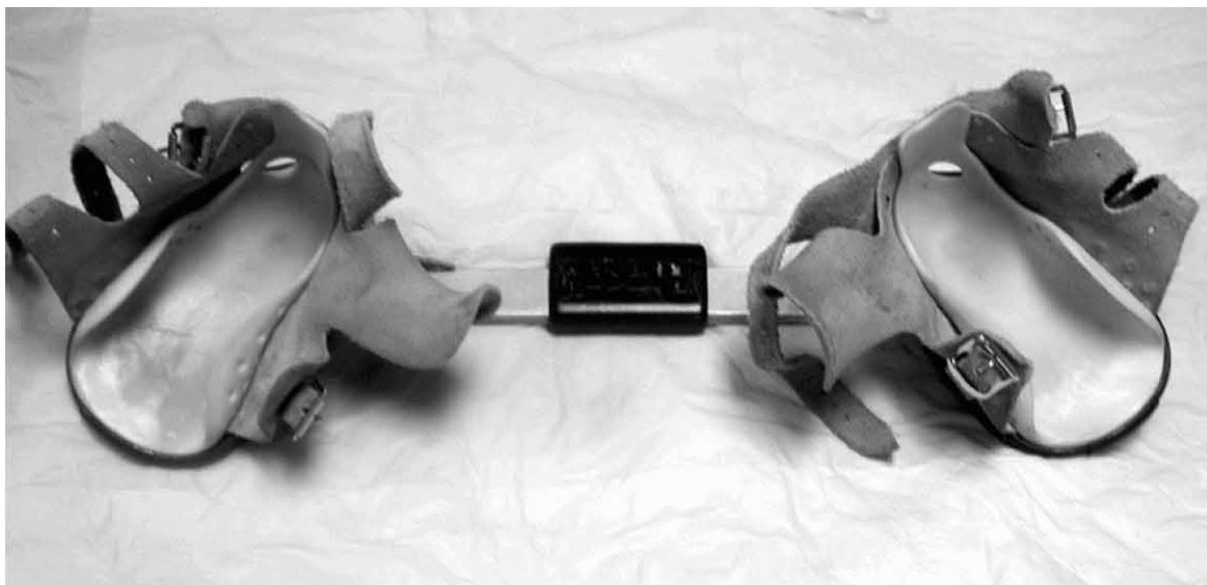


Figure (47) et (48) [6] : Une attelle et des sandales avec une semelle en plastic bien moulée et 3 straps en cuire léger pour tenir fermement le pied en abduction du pied dans la sandale. Les sandales sont attachées à l'attelle entre 60° et 70° de rotation externe.

(3) Phase III : La phase de maintien et de gestion des récurrences :

- La phase de maintien :

Les attitudes divergent :

Ponseti [44] utilise l'attelle de Denis Brown nocturne jusqu'à 3 à 4 ans, il privilégie la posture en abduction du pied (pied en rotation externe sous le talus) visant à maintenir une distance naviculo-malléolaire correcte. Il considère qu'un bon résultat au terme de la 3^{ème} ou 4^{ème} année se maintient avec la croissance résiduelle dans la mesure où un certain équilibre musculaire est acquis. L'absence de contention nocturne est pour Ponseti une erreur thérapeutique majeure [45]. Ce traitement permet de limiter la tendance à la rétraction ligamentaire source de récurrence.

Harrold [46] n'utilise aucune contention après la phase de consolidation, le pied étant libre nuit et jour : mais il rapporte environ 50% de récurrences. A l'opposé, Masse [47] maintient les attelles de DB nuit et jour jusqu'à environ 1 an, avec 2 ou 3 séances de rééducation par semaine, mais les résultats à maturation osseuse sont mauvais : 50% d'interventions itératives.

- La gestion des récurrences :

Pour Diméglio [48], il n'y a pas de récurrence en matière de PBVE, il n'y a que des traitements incomplets et des séquelles.

Pour de nombreux auteurs, la récurrence précoce doit être opérée. Cependant même dans cette alternative, le traitement orthopédique garde une place : il s'agit de préparer le pied au geste chirurgical et de faciliter celui-ci [27]. Turco [49] propose 3 mois de plâtres préopératoires pour assouplir le pied et limiter les risques de nécrose et de désunion cutanée postopératoires.

Pour Ponseti [6]. Les récurrences peuvent être corrigées orthopédiquement et aisément par 2 à 3 temps de plâtres successifs pour 4 à 8 semaines. En cas de

deuxième récurrence, il propose le transfert du muscle tibial antérieur sur le troisième cunéiforme. Ce transfert corrige la divergence talo-calcanéenne de face, permet de prévenir les nouvelles récurrences et limite le risque d'avoir à réaliser une libération chirurgicale étendue. Selon lui, il faut éviter de rechercher à tout prix une correction chirurgicale anatomique. En effet, comme Napiontek [21], Ponseti ne trouve pas de corrélation entre la fonction et l'aspect radiologique du pied à long terme.

e) Avantages et inconvénients :

- **Avantages :**

Très bonne technique de réduction, avec d'excellents résultats au long terme.

Ponseti, dans une série avec 35 ans de recul a objectivé que 95% des patients traités par la technique de Ponseti avaient une excellente fonction motrice du pied sans douleur [50].

Les pieds corrigés par techniques de plâtres successifs sont souvent et paradoxalement extrêmement souples sans que l'on puisse savoir si ceci est lié à une diminution du taux de collagène des nœuds fibreux, à un meilleur contrôle de l'hypertonie musculaire, ou à une autre cause [27].

Cette procédure quasi ambulatoire, limite au maximum la période de séparation maternelle. Elle est très intéressante en cas d'éloignement géographique ou de contexte socioculturel défavorable : de plus elle est particulièrement économique pour la société [27].

- **Les inconvénients :**

L'ablation des plâtres à la scie oscillante peut être source de brûlures ou de coupures si elle n'est pas confiée à une personne prudente et avertie de ces risques [27].

Cette technique de réalisation rigoureuse et méticuleuse nécessite de la part de l'opérateur, un apprentissage basé sur de solides connaissances en

physiopathologie pour limiter le risque iatrogène. L'emploi du temps du chirurgien devra être réorganisé en conséquence [27].

Les opposants à la technique lui reprochent le risque potentiel d'aggraver l'amyotrophie. Cependant Aronson ne retrouve pas de corrélation entre la durée d'immobilisation plâtrée et la circonférence du mollet ou la mobilité de la cheville [40].

f) Variantes :

- Durée des plâtres : tous les 2–3 jours pour Karski [51], ou 3–4 jours pour Hutchins [3]. Cependant l'accélération de la phase de réduction semble peu compatible avec un remodelage satisfaisant de la déformation cartilagineuse architecturale.
- Ténotomie : Nather [52], Hutchins [3] et Pous [53] n'associent pas de ténotomie percutanée du tendon d'Achille au cours des plâtres successifs et recommandent une chirurgie précoce en cas de correction incomplète.
- Autre contention :
 - Wedge [54] utilise une méthode de strapping du pied sur une attelle en aluminium malléable et préformée qui sera quotidiennement et progressivement twistée. Ceci permettrait d'après l'auteur une réduction plus rapide (possible en 15 jours), plus douce et moins agressive que les plâtres.
 - Yamamoto [55] immobilise le pied sur une attelle de Denis Browne par l'intermédiaire d'un chausson moulé en plastique thermo-formable sur un positif (plâtre en position de correction de la déformation) et renouvelé régulièrement. Pour l'auteur le réglage angulaire sur la barre d'aluminium est de l'ordre 25–35°. Notons qu'il fait partie avec Bensahel des rares à utiliser l'attelle de Denis Brown à cette phase.

g) Les complications du traitement orthopédique [56] :

(1) Complications liées aux plâtres :

- Le gonflement des orteils : lié à un plâtre trop serré autour des orteils.
- Les complications cutanées : en particulier les escarres restent peu fréquentes avec les précautions d'usage. Elles sont liées à une mauvaise technique et retrouvées habituellement au niveau de la tête du talus, au-dessus du talon, sous la tête du premier métatarsien, au niveau du creux poplité et au pli de l'aine. Les lésions cutanées superficielles sont gérées en appliquant un pansement et en mettant en place un nouveau plâtre avec un peu plus de ouate.
- Les complications osseuses et ostéochondrales : ne devraient pas être observées si l'opérateur est bien formé à la méthode.
- L'hypercorrection ou la fausse correction :
 - La déformation en pied convexe est secondaire à une mauvaise technique liée aux tentatives de correction prématurée de l'équin avant la correction du varus du talon et de la supination du pied.
 - Un talon plat va survenir si pendant le plâtre une pression est appliquée sur le talon plutôt que mouler le plâtre au-dessus de la cheville.
- L'écrasement du dôme du talus : peut se produire, notamment en cas de manipulations forcées, ce qui entraîne plus tard une mobilité restreinte de la cheville.

(2) Complications liées à la ténotomie :

(a) Œdème ou ischémie du pied :

Oblige à changer le plâtre post-ténotomie en diminuant la correction, notamment la flexion dorsale et l'abduction.

(b) Echec de correction de l'équin :

Dû à une ténotomie incomplète du tendon calcanéen, il nécessite de refaire la ténotomie.

(c) Erreurs durant la ténotomie :

- Correction prématurée de l'équin : les tentatives pour corriger l'équin avant la correction du varus du talon et de la supination du pied aboutiront à un pied convexe. L'équin peut être corrigé par l'abduction du calcaneus sous le talus.
- Erreurs durant la ténotomie :
 - Correction prématurée de l'équin : les tentatives pour corriger l'équin avant la correction du varus du talon et de la supination du pied aboutiront à un pied convexe. L'équin sous-talien peut être corrigé uniquement si le calcaneus peut être amené en abduction. La ténotomie est indiquée lorsque le cavus, l'adduction et le varus sont totalement corrigés.
 - Ténotomie incomplète : l'allongement soudain du tendon avec le « pop » signe la ténotomie complète. Si ce n'est pas le cas, il faut savoir refaire le geste de ténotomie jusqu'à avoir cette sensation.

2. Technique fonctionnelle :

Développée en France sous l'impulsion de Masse et Daniel [47], elle a été reprise et adaptée par Bensahel et Guillaume [31] mais aussi par Seringe et Chedeville [32].

Dans ces méthodes, des actions séquentielles très précises sont effectuées en unité d'hospitalisation orthopédique par un kinésithérapeute spécialisé. L'assouplissement de certains interlignes est le préambule d'une mobilisation plus globale. Les séances sont à la fois passives et actives [57].

a) La kinésithérapie passive [57] :

Son but est d'assouplir le pied, d'étirer les parties molles rétractées de manière prudente, car la peau est souvent fragile et le squelette encore immature, ce qui peut exposer à des lésions d'écrasement, en particulier pour le corps du talus, ou pour les cartilages de croissance de l'articulation tibio-tarsienne.

Les manipulations du pied comportent plusieurs manœuvres (fig 49).

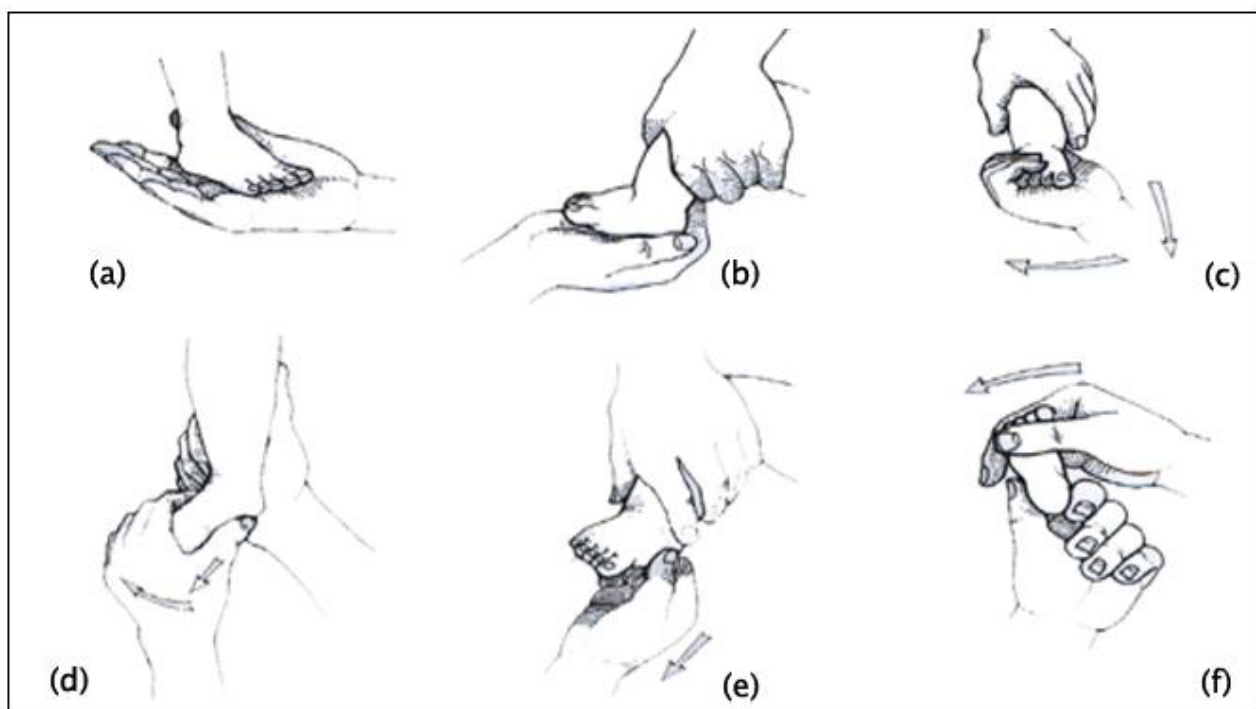


Figure (49) [32] : manipulation d'un PBVE droit ; a, b, c= manœuvres de dérotation du bloc calcanéopédieux ; d= décoaptation de l'os naviculaire (la main droite empaupe l'arrière-pied et la pince bimalléolaire) ; e= étirement du triceps sural (la main droite tient la grosse tubérosité externe et exerce une traction vers le bas) ; f= correction de l'adduction de l'avant-pied par rapport à l'arrière pied.

b) La kinésithérapie active [57] :

(1) Phases de traitement :

(a) Phase de réduction :

Elle consiste à provoquer des contractions musculaires par des stimulations avec le doigt du kinésithérapeute ou à l'aide d'une petite brosse, en vue de restaurer l'équilibre de la musculature.

Le travail de l'extenseur commun demande des stimulations sur le cou-de-pied à sa partie externe, celui des péroniers s'effectue par stimulation en regard du tubercule des péroniers sur le bord externe du pied ou encore à la face externe de la jambe.

Entre les séances de manipulations, le pied est fixé méticuleusement sur plaquette par un système de bandes adhésives. La contention ne sert alors qu'à maintenir la correction obtenue par les manipulations. Les parents sont éduqués pour la pose de ces plaquettes [58].

La ténotomie percutanée du tendon calcanéen est devenue de plus en plus utilisée dans le traitement fonctionnel. Elle permet de limiter l'aplatissement du dôme talien par « effet casse-noisette » et de prévenir le risque de pied convexe iatrogène [29].

(b) Phase de consolidation :

Durant la phase de consolidation, les promoteurs du traitement fonctionnel poursuivent la rééducation à raison de 2 à 3 séances par semaine, pour une durée totale d'un an entre correction et consolidation [58].

(c) Phase d'entretien :

Vient alors la phase de maintien où une orthèse fémoro-pédieuse est portée à plein temps les premiers mois et est progressivement remplacée par un appareillage jambo-pédieux nocturne [29].

Les récurrences de cette technique sont alors opérées.

(2) Avantages [27] :

Il serait plus apte pour les auteurs à l'obtention d'une bonne fonction cinétique et d'un schéma moteur équilibré tout en respectant la maturation psychomotrice de l'enfant [59].

Il permet un bon développement de l'activité musculaire, luttant contre l'amyotrophie locale. La mobilisation en traction est difficile à mettre en œuvre autrement que manuellement.

(3) Inconvénients [27] :

Contrainte importante pour les familles : il s'agit d'un traitement « à plein temps » qui nécessite beaucoup d'assiduité et de discipline (séances quotidiennes pendant plusieurs semaines). L'hospitalisation prolongée en période néonatale est souvent obligatoire, en dehors du problème de coût, peut perturber gravement la relation mère-enfant.

Il s'agit d'un traitement délicat basé sur la compétence de kinésithérapeutes spécialisés spécifiquement formés. Cette prise en charge n'est malheureusement pas toujours possible (28% seulement des PBVE de la série de Seringe [32] ayant pu en bénéficier). Les manipulations obligent à la réfection quotidienne de la contention. La mobilisation passive serait pour certains susceptible de stimuler la synthèse de collagène. Les stimulations actives précoces sont peu fiables, l'enfant contracte souvent préférentiellement les muscles hypertoniques quelle que soit la localisation du stimulus cutané.

(4) Variantes :

La mobilisation passive continue : son concepteur, Métaizeau [60] préconise cette méthode après 5-6 mois, Diméglio [48] et Richards [61] l'utilisant dès la période néonatale.

L'arrière-pied, durant le sommeil de l'enfant, par un système motorisé pouvant être orienté dans les 3 plans de l'espace. Cette mobilisation ne concerne pas l'avant-pied. Les familles doivent être éduquées car l'installation du pied nécessite une grande rigueur.

Cette méthode semble apporter à ses promoteurs des résultats encourageants.

3. Technique mixte :

a) La technique de R. Jones [62] est reprise par Fixsen [63] :

Lors des périodes d'hospitalisation de 4 à 5 jours, étaient réalisées des manipulations biquotidiennes de courte durée (10 à 15 minutes) par des kinésithérapeutes spécialisés, un bandage de Finck étant réalisé en fin de séance. Ces mobilisations alternaient avec des phases d'immobilisation plâtrée sur bandage de 10 jours, quatre temps successifs de réduction sont réalisés en moyenne avec ténotomie percutanée du tendon d'Achille au 3^{ème} temps.

Le maintien en hypercorrection dure autant de temps qu'il en a fallu pour arriver à cette position [27].

- Pour Wedge [54] :

Après une phase de réduction très rapide (15 jours). Le traitement est poursuivi par une attelle aluminium malléable ou des plâtres jusqu'à l'âge de 4 mois, le relais étant alors pris par attelle de Denis Browne.

- Simons et Tadjian [64] :

Comme Jones [62] font appel à des bandages élastiques en hypercorrection.

- Pour Turco [49] :

Le traitement après 3 mois est variable selon l'état du pied. Trois options sont possibles : continuer manipulations et plâtres, ou manipulation et plâtres en intermittence dans l'attente d'une chirurgie correctrice.

V. Evaluation des résultats :

Plusieurs classifications ont été établies pour l'évaluation du résultat.

A. Le Fonctional Rating System (F.R.S) de Laavag et Ponseti [1] :

Le FRS de Laavag et Ponseti est un questionnaire sur 100 points destiné aux patients traités pour PBVE comprenant des questions relatives à la satisfaction du patient (20 points), sa gêne fonctionnelle (20 points), la douleur (30 points), la position du talon en charge (10 points), la mobilité passive de la cheville (10 points) et la démarche (10 points).

Les résultats sont ensuite classés comme excellent (90–100 points), good (80–89), fair (70–79) ou poor (<70 points).

Tableau III : Le Fonctional Rating System (FRS) de Laavag et Ponseti

Catégorie	Points
Satisfaction (20 points) : I am :	
Very satisfied with the end result	20
Satisfied with the end result	16
Neither satisfied nor unsatisfied with the end result	12
Unsatisfied with the end result	8
Very unsatisfied with the end result	4
Function (20 points) : In my daily living, my clubfoot :	
Does not limit my activities	20
Occasionally limits my strenuous activities	16
Usually limits me in strenuous activities	12
Limits me occasionally in routine activities	8
Limits me in walking	4
Pain (30 points) : My clubfoot :	
Is never painful	30
Occasionally cause mild in strenuous activities	24
Usually is painful after strenuous activities	18
Is usually painful during routine activities	12
Is painful during walking	6
Position of Heel when standing (10 points) :	
Heel varus 0° or some heel valgus	10
Heel varus 1 to 5°	5
Heel varus 6 to 10°	3
Heel varus greater 10°	0
Passive motion (10 points) :	
Dorsiflexion	1 point per 5° (up to 5)
Total varus-valgus motion of heel	1 point per 10° (up to 3)
Total anterior inversion-eversion of foot	1 point per 25° (up to 2)

B. La classification de Ghanem et Seringe [65] :

Seringe et Ghanem ont adopté une étude clinique : dynamique, analytique, puis fonctionnelle, et une étude radiologique pour établir un score de GHANEM et SERINGE [66].

• Etude dynamique :

L'examen dynamique recherche une supination de l'avant pied lors de la phase oscillante du pas ou lors de la flexion dorsale active, ainsi qu'une adduction dynamique des orteils. La fonction du triceps sural est évaluée par la marche sur les talons et sur la pointe des pieds, et surtout par le saut monopode sur la pointe.

• Analytique :

L'examen analytique étudie l'appui antéro médial. L'amplitude de la flexion dorsale et plantaire du pied, de la mobilité sous talienne ainsi que l'amplitude de la pronosupination sont recueillies.

L'orientation frontale de l'arrière pied est classée en valgus de plus de 5°, valgus physiologique, neutre ou varus. L'évaluation de l'adduction globale du pied dans le plan sagittal et de l'adduction de l'avant pied complète ce bilan.

• Fonctionnelle :

L'interrogatoire recherche une limitation des activités quotidiennes et sportives ainsi que la survenue de douleurs. Le type de chaussage, l'esthétique des cicatrices et le degré de satisfaction du patient complètent cet examen.

• Etude radiologique :

La radiographie est basée sur 2 clichés en charge avec des incidences de face et de profil permettent des mesures de divergence Talo-calcanéenne [67].

On cherche sur le cliché de profil, une subluxation talo-naviculaire et apprécie la morphologie de l'os naviculaire.

Les autres paramètres radiologiques n'entrent pas dans la classification car ils font double emploi avec certains critères cliniques.

Méthode d'évaluation des résultats du traitement du PBVE (GHANEM et SERINGE) (Tableau IV) :

I- Morphologie

A. Avant-pied

1. Adduction

>20° : -4

Entre 5° et 10° : -2

>-10° (hypercorrection) : -2

Bord latéral rectiligne mais adduction orteils : -1

2. Creux

Cambrure légèrement exagérée : -1

Cambrure très exagérée : -2

Cambrure inexistante ou pied plat : -1

Pied convexe avec hypercorrection : -2

3. Supination

Majeure irréductible : -4

Modérée (réductible jusqu'à 0° de pronation) : -2

Minime (réductible au-delà de 0° de pronation) : -1

B. Arrière-pied

Varus > 5° : -6

Varus < 5° : -2

Neutre : -4

Valgus > 10° (hypercorrection) : -6

Valgus léger mais> au valgus physiologique : -2

Forte translation du pied (à côté de la jambe) : -10

C. Divers

1. Adduction globale

0-10° : -1

10-25° : -2

25-40° : -3

>40° : -4

2. Chaussage

Chaussures spéciales (Basket) : -4

Plus de 3 pointures de différence : -2

3. Cicatrices

Inesthétiques : -1

D. Radio

1. Divergence talo-Calcanéenne

<15° de face : -1

<15° de profil : -1

2. Dôme talaire

Légèrement aplati : -1

Très aplati (dôme carré) : -2

3. Subluxation Talo-Naviculaire

<1/3 hauteur talus : -2

<1/3 hauteur talus+ Cunéiformisation : -3

>1/3 hauteur talus : -4

>1/3 hauteur talus+ Cunéiformisation : -6

II- Fonction

A. Passive

1. Flexion Dorsale (FD)

<-10° : -8

<0° et >-10° : -4

>0° et < 10° : -2

2. Flexion plantaire

<10° (avec FD >25°) : -8

>ou égal à 10° et <30° : -4

>ou égal à 30° et <40° : -2

3. Sous-Talienne

Complètement raide : -4

Moyennement raide : -2

B. Active

1. Activité quotidienne Sport

Sérieusement limitée : -8

Moyennement limitée : -4

Légèrement limitée : -2

2. Douleur

Permanente et sévère : -8

Modérée aux activités quotidiennes : -4

Après une activité sportive sérieuse : -2

3. Triceps sural

Marche sur la pointe des pieds impossible : -12

Saut monopode sur la pointe impossible : -8

Saut monopode sur la pointe difficile : -4

4. Fléchisseur du I

Non fonctionnel : -2

Hyperactif : -2

Défaut d'appui antéro-médial : -1

III-Satisfaction du Patient

Très insatisfait : -10

Moyennement satisfait : -5

Cette grille d'évaluation est issue d'une critique des treize méthodes les plus utilisées dans la littérature [68]. La cotation procède par pénalisation en retranchant des points pour chaque défaut en fonction de la sévérité. Un score global de 100 points est utilisé, 40 points sont affectés à la morphologie, 50 à la fonction et 10 à la satisfaction personnelle du patient. Quatre catégories de résultats sont définies par le tableau IV.

L'attribution des points est définie par le tableau IV.

Tableau IV : Résultats du traitement du PBVE en fonction du nombre de points (grille de GHANEM et SERINGE)

SCORE (points)	RESULTAT
Entre 85 et 100	Excellent
Entre 70 et 84	Bon
Entre 60 et 69	Moyen
< 60	Mauvais

C. La classification de J. Gonzales Ferre et J. Lloret [65] :

J. Gonzales Ferre et J. Lloret ont classé les résultats comme :

Bons, réguliers, et mauvais, en tenant compte des paramètres cliniques et radiologiques suivants :

- **Bons** : la morphologie statique et dynamique sont correctes. Sur la radiographie de face, la divergence talo-calcanéenne est supérieure ou égale à 30°, et le bord externe du pied calcaneus-5^{ème} métatarsien, est rectiligne.

Sur le profil, la divergence talo-calcanéenne est supérieure ou égale à 30°.

- **Réguliers** : cliniquement on a corrigé l'équin, et l'axe tibio-calcanéen est droit ou en léger varus calcanéen (5 à 10°). Il y a à peu près 20° d'adduction antérieure.

Sur la radio de face, la divergence talo-calcanéenne est inférieure à 30°, et le bord externe du pied forme un angle variable en dedans de 165° à 170°, Sur le profil, la divergence talo-calcanéenne est inférieure à 30° ;

- **Mauvais** : on considère ainsi les cas de récurrence totale avec tous ses composants, et lorsque les paramètres sont supérieurs à ceux cités dans les résultats réguliers. La marche se fait sur le bord externe du pied, avec Metatarsus varus accusé, qui se ressent d'avantage pendant la course. Le calcaneus se maintient fortement en varus équin.

D. La classification de A. Dalmonté [65] :

A. Dalmonté [69] a fait une classification pour évaluer ses résultats :

- **Degré I** : très bon : pied cliniquement et radiologiquement parfait avec mobilité active normale aux différents niveaux.

Il n'est pas possible de le distinguer avec un pied normal.

- **Degré II** : bon : arrière-pied en axe, adduction de l'avant-pied inférieure à 15°, flexio-extension de 90° à 120°, et prono-supination active de 30°,

radiologiquement : Angles AC-A et AC-L inférieurs ou égaux à 5° en comparaison des valeurs normales par rapport à l'âge.

- Degré III : discret : arrière-pied en axe ou varus de 5-10° et/ou adduction de l'avant-pied inférieur à 30°, corrigible manuellement ; flexio-extension de la Tibiotarsienne de 100° à 120° et prono-supination de l'avant-pied de 15- 20°. Angles AC-A et AC-L ni supérieur ni inférieur de 5- 10° en comparaison de la normalité.

Il paraît que la classification de Ghanem et Seringe est la plus objective, car elle évalue les différents paramètres concernant la pathologie du pied bot varus équin, notamment les paramètres morphologiques, fonctionnels et personnels.

E. Notre technique d'évaluation :

Dans notre étude, et du fait de sa nature rétrospective et du faible recul que nous avons, l'évaluation des résultats post-thérapeutiques était basée sur des critères cliniques que nous avons déduit des autres séries proches de la nôtre [35,36,34,41]. Ces critères évaluent en général la mobilité du pied et le degré des déformations résiduelles.

Tableau V : Comparaison entre les différentes séries.

Séries Résultats	Très bon ou excellent (%)	Bon (%)	Moyen (%)	Mauvais (%)
C. Bronfen [35]	33,4	28	21,33	17,33
S. Itar [36]	74		18,5	7,5
S. Marleix [8]	72		10,5	17,5
D. Fron [41]	67		18	15
Notre série	33,8	50	14,5	1,6

F. Analyse des résultats :

1. Selon la sévérité initiale du pied :

La répartition de très bon et bon ou de mauvais résultats dans notre série a été conditionnée par le grade de sévérité initial du pied. En effet le taux de « très bon » et « bon » résultats est plus marqué dans les grades I, II et III, alors que le taux de mauvais résultats augmente dans les grades III et IV. Cela concorde avec les données de la littérature [35,8]. La série de S. Marleix [34] ne comportait pas de pieds grade I.

Tableau VIa : le taux de très bon et bon résultat en fonction du grade initial du pied selon les séries.

Séries	Grade I (%)	Grade II (%)	Grade III (%)	Grade IV (%)
C. Bronfen [35]	95	89	80	50
S. Marleix [34]	-	88,5	71,5	68
Notre série	100	100	75	5,4

Tableau VIb : le taux de mauvais résultat en fonction du grade initial du pied selon les séries.

Séries	Grade I (%)	Grade II (%)	Grade III (%)	Grade IV (%)
C. Bronfen [35]	0	5	10	30
S. Marleix [34]	-	0	6,5	19
Notre série	0	0	25	9

2. Selon l'âge du début des séries de plâtres :

Ponseti a rapporté qu'il est plus facile de corriger un pied bot dans les premiers jours postnataux que tardivement [6].

Notre étude a trouvé que l'âge du début de la prise en charge influence le devenir du pied bot après le traitement, plus la prise en charge est précoce, plus les résultats sont bons, ainsi nous avons objectivé un taux de bons résultats qui a atteint (50 cas de réussite sur 58 cas) 86,2% chez les pieds traités avant un mois (une ou deux semaines). Ce qui concorde avec les données rapportées par Hazem M. Eltayeby [71] qui trouve d'excellents résultats même chez les pieds sévères quand le début de la prise en charge est de 2 à 24 jours.

Par contre, S. Itar [36], rapporte que les enfants dont le traitement débute après l'âge d'un mois présentent d'excellent résultats cliniques que ceux traités avant un mois. Il explique cela par la difficulté de maintenir la réduction sous plâtre pour un très petit pied de nouveau-né.

Dans son étude, D. Fron [41] conclut que l'âge du début du traitement n'influence en aucun cas le devenir du pied bot.

3. Selon le sexe de l'enfant :

Dans notre série, nous avons noté que le pourcentage de réussite thérapeutique chez les garçons 87,8% était supérieur à celui noté chez les filles 72,7%. Nous n'avons pas trouvé d'étude traitant ce paramètre.

4. Analyse des cas d'échecs :

Dans les cas d'échec thérapeutique observés dans notre série, l'échec est dû au non-respect de certaines règles de correction. Notamment :

- La durée entre les plâtres.
- La réalisation de ténotomie.
- Le port de l'attelle d'immobilisation.

Ponseti [37] rapport un taux de 78% de rechute chez les patients non coopérant surtout lors du port de l'attelle d'immobilisation.

D'autres séries [36,71] ont soulevé ce point. Ainsi le taux de récurrence de la déformation en pied bot atteint 6% pour S. Itar [36] et 0% pour Hazem M. Eltayeby [71] chez les familles coopérantes, contre un taux de 80% pour S. Itar [36] et 58% pour Hazem M. Eltayeby [71] retrouvé chez les familles non coopérantes.

CONCLUSION

Le pied bot varus équin congénital est la déformation la plus fréquente du pied chez l'enfant.

Son diagnostic est resté très longtemps clinique. Actuellement l'échographie anténatale représente un examen de dépistage très rentable dès la 16ème semaine d'aménorrhée, mais peu utilisé dans notre contexte, en matière du pied bot.

Son traitement reste toujours controversé, mais tous les auteurs se sont mis d'accord pour commencer par le traitement orthopédique.

La méthode de Ponseti est devenue le « gold standard » dans la prise en charge du PBVE dans le monde.

La prise en charge du PBVE dépasse largement le simple acte technique de correction de la déformation. Il est fondamental d'inclure un accompagnement et une éducation de la famille, seul gage de réussite dans ce long périple que représente le traitement.

D'après notre étude qui évalue le traitement du pied bot par la technique de Ponseti on peut dire, que cette technique a donné dans notre pratique d'excellents résultats, sous réserve du jeune âge de nos patients au recul.

Il paraît que l'efficacité de cette technique dépend du degré de sévérité initiale du pied, du sexe de l'enfant et du degré de participation des familles au traitement.

Il faut accepter les petits défauts qui ne modifient ni la fonction ni le chaussage.

RESUMES

RESUME

Le pied bot varus équin congénital idiopathique décrit une déformation ostéoarticulaire et musculo–ligamentaire complexe du pied. Son traitement demeure controversé, mais il est admis qu’initialement, il devrait être orthopédique.

Ce travail est l’évaluation par une étude rétrospective des résultats de la technique de Ponseti comme traitement orthopédique de 80 cas, totalisent 124 pieds bots varus équins idiopathiques, pris en charge au service de traumatologie orthopédie pédiatrique au CHU Hassan II Fès, durant la période allant de Janvier 2010 à Décembre 2016 avec un recul moyen de 22 mois et demi.

L’examen initial nous a permis de distinguer 21,77% des pieds bots grade II, 58,06% grade III et 17,74% grade IV selon la classification de Diméglio, ce qui a influencé les résultats du traitement orthopédique.

Le taux de très bons et bons résultats a atteint 83,87% des cas dans notre étude.

L’analyse de ces résultats a objectivé deux facteurs de bon pronostic, soit : les pieds classés grade I ou II et la prise en charge précoce.

Les causes d’échec du traitement sont : la prise en charge tardive et la non observance du traitement.

Devant ces faits, il convient d’insister sur la nécessité de la prise en charge précoce, le rôle de certains facteurs péjoratifs tels le sexe et l’importance initiale de la déformation, et surtout sur le rôle important des familles pour mener à bien le traitement de leurs enfants.

SUMMARY

Congenital idiopathic talipesequinovarus or clubfoot deformity, describe a complex foot deformity. The treatment of clubfoot remains controversial but it is agreed that the initial treatment should be orthopedic.

This work is the evaluation of the results of the Ponseti technique as orthopaedic treatment using a retrospective study of 80 cases, totalling 124 idiopathic talipesequinovarus, treated in the pediatric surgery department of CHU Hassan II Fes, during the period from January 2010 to December 2016, with a decline of 22 months and a half.

The initial examination has allowed us to distinguish 21,77% of clubfeet degree II, 58,06% of clubfeet degree III and 17,74% of clubfeet degree IV according to the classification of Dimeglio, which influenced the results of the orthopaedic treatment.

The rate of excellent and good results reached 83,87 % of cases in our study.

The analysis of these results objectified two favorable prognostic factors, namely : feet classified degree I or II and the early management.

And causes of treatment failure are : the late treatment and non-compliance.

Given these facts, it is important to emphasize the need for early treatment, the role of certain derogatory factors such the initial amount of deformation, especially on the important role of families to carry out the treatment of their children.

ملخص

القدم الحنفاء المقوسة الفرسية الخلقية، هي عبارة عن شدوذ عظمي و مفصلي مركب للقدم. علاجها لازال مثيرا للجدل، ولكن المتفق عليه، أن العلاج يجب أن يكون في البداية علاجاً وظيفياً.

هذا العمل هو تقييم من خلال دراسة إسترجاعية لنتائج تقنية بونستي العلاج الوظيفي ل 80 حالة (124 قدم حنفاء مقوسة فرسية خلقية) تم علاجها في مصلحة جراحة الأطفال في المستشفى الجامعي الحسن الثاني بفاس، خلال الفترة الممتدة من يناير 2010 إلى دجنبر 2016 ، برجع زمني متوسطه 22 شهرا ونصف. في هذه الدراسة، أخذنا بعين الاعتبار العمر في الاستشارة الأولى، عدد الجبيرات الجبصية و الشدة الأولية للتشوه.

الفحص الأولي سمح لنا بتصنيف الأقدام إلى 21,77% أقدام درجة II ، 58,06% أقدام درجة III و 17,74% أقدام درجة IV وفقا لتصنيف ديميكليو، والتي كان لها تأثير على نتائج العلاج.

بلغ معدل النتائج الممتازة و الجيدة 83,37% من الحالات في دراستنا، و تحليل هذه النتائج جسد العوامل المؤثرة التالية : الأقدام المصنفة ضمن الصنف الأول أو الثاني و العلاج المبكر.

أسباب فشل العلاج هي : العلاج المتأخر و عدم الانضباط في العلاج.

أمام هذه المعطيات، يجب التأكيد على أهمية العلاج المبكر، و دور بعض العوامل المهمة، كالدرجة الأولية للتشوه و خصوصا التأكيد على الدور المهم للأسر في التتبع الجيد للعلاج.

REFERENCES

1 – Laaveg s J, Ponseti IV.

Long term results of treatment of congenital clubfoot. J. Bone joint surg. Am, 1980, 62: 23–31

2 – Green Adi, Lloyd–Roberts G.D,

The results of early posterior release in resistant clubfoot. J. Bone joint surg, 1985, 07–B: 588–93

3 – Hutchins P.M, Foster B.K, Paterson D.C, Cole e A.

Long term results of early surgical release in clubfeet. J. Bone joint surg, 1985, 67–B: 791–99

4 – M. David.

The Ponseti method for clubfoot correction. Operative Techniques in Orthopaedics. 2005, 08, 009.

5 – VANDERGUGTEN, S., ACQUAVIVA, R., & DOCQUIER, P. L. (2016).

Pied bot varus équin. Ecole d'orthopédie de l'UCL.

6 – I.V. Ponseti.

In congenital clubfoot: fundamentals for treatment. New York, Oxford University Press 1996, pp61–97.

7 – Dr. Lynn Staheli.

Le Pied Bot : La Méthode Ponseti, 3éme édition Organisation GLOBAL HELP 2009

8 – F. Chotel et al.

Déformations congénitales des pieds. Archive de pédiatrie 12(2005)797–801.

9 – C. Adamsbaum, C. Treguier, P. Wicort, R. Seringe.

Pieds bots congénitaux ou déformations congénitales des pieds. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Radiodiagnostic–Squelette normal–Neuroradiologie–Appareil locomoteur, 31–110–A–10, 2008.

10 –Carlioz H.

Idiopathic clubfoot.post graduate lectures 1st European Congress of orthopaedics, 1993, Efort Masson, Paris,139–148.

11 – Benacerraf B.R.

Antenatal Sonographic diagnosis of congenital club foot: a possible indication for amniocentesis. J.Clin.Ultrasound, 1986;14: 703–704.

12 – Claverty J.M, Clavert a, Buck P.

La maladie amniotique : nouvelle approche de sa pathogénie. La médecine infantile 87eme année, N°2,1980 : 197–206.

13 – F. Chotel, J. Bérard.

Pied bot varus équin congénital : Diagnostic et examen Clinique. DESC de chirurgie pédiatrique 2009.

14 – H. Fritsch, R. Eggers.

Ossification of the calcaneus in the normal foot and clubfoot. Journal of pediatric orthopaedics, 1999. 19(1), 22–26.

15 – A. Dimeglio.

Classification et évaluation du pied bot varus équin. Saurampsmédical 2001.

16 – S. Pandey, A.K. Pandey.

The classification of clubfoot a practical approach. The Foot 13(2003)61–65.

17 – A.J. Harrold, C.J. Walker.

Treatment and prognosis in congenital clubfeet. J. Bone Joint Surg. 1981, 1, 23–32.

18 – SERINGE R.

Etude clinique et radiologique du pied bot varus équin. In Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT, Paris, Expansion Scientifique Française, 1977, p : 11

19 – Diméglio A, Bensahel H, Souchet Ph, Mazeau Ph, Bonnet F.

Classification of clubfoot. J PediatrOrthop Part B 1995; 4:129—36.

20 – S.J. Cooke et al.

Clubfoot. Current orthopaedics (2008)22, 139–149.

21 – M. Napiontek.

Clinical and radiographic appearance of congenital talipeséquinovarus after successful non operative treatment. Journal of pediatric orthopaedics, 1996, 16(1), 67–72.

22 – J. Benis, F. Bonnel, A. Cottin, C. Cyteval.

Radioanatomie du pied. Encycl. Méd. Chir (Paris, France). Radiodiagnostique–Squelette normal, 30–400–A, 2001, 14p.

23 – P. Lascombes.

Pied bot varus équin congénital. Saurampsmédical 2001.

24 – C. Adamsbaum, A. Hamidou, R. Seringe, C. Treguier.

Pieds bots congénitaux ou déformation congénitale des pieds. Encycl. Méd. Chir, radiodiagnostique, neuroradiologie, appareil locomoteur, 31–110–A–10. 1999, 9p.

25 – M. Mamegaya, Y. Shinohara.

Evaluation of pathologic abnormalities of clubfoot by magnetic resonance imaging. *Clinical orthopaedics and related research*, 2000, 379, 218–223.

26 – Pirani et al.

Magnetic resonance imaging study of the congenital clubfoot treated with the Ponseti method. *Journal of pediatric orthopaedics*. 2001, 21(6), 719–726.

27 – F. Chotel, J. Bérard.

Le traitement orthopédique du pied bot varus équin de la naissance à l'âge de la marche. Livre : *Le pied bot de l'enfant*, p289–304.

28 – H. Bensahel, A. Diméglio.

Practical application in idiopathic clubfoot : a retrospective multicentric study in EPOS. *J. Pediatr. Orthop.* 1990, 10, 186–188.

29 – P. Wicart, F. Chotel.

Traitement conservateur du pied bot varus équin congénital idiopathique : méthode fonctionnelle versus méthode de Ponseti. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur* (2008) 94S, S197–S199.

30 – G. Riffard, F. Desens, S. Bourelle.

Prise en charge des pieds bots varus équins selon la méthode de Ponseti. *Kinesither. Rev* 2010(101):19–22.

31 – H. Bensahel, A. Guillaume.

La rééducation dans le traitement du pied bot varus équin. *Encycl. Méd. Chir. Kinésithérapie*, fasc. 26428, B10, 1–8.

32 – R. Seringe, R. Chedville.

Le pied bot au présent : Traitement non chirurgical. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 43. Paris : Expansion scientifique française, 1993, 41–53.

33 – K. Ikeda.

Conservative treatment of idiopathic clubfoot. J. Pediatr. Orthop 1992, 12, 217–223.

34 – S. Marleix et al.

Intérêt de la ténotomie du tendon calcanéen dans le traitement du pied bot varus équin (PBVE) idiopathique selon la méthode de Ponseti. Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique (2012), 98S, S174–S178.

35 – C. Bronfen et al.

Traitement du pied bot varus équin (PBVE) par la méthode de Ponseti. Etude rétrospective de 113 pieds chez 74 enfants. Revue de Chir. Orthop et Traum. 2009, 95S, S121–S127.

36 – S. Iltar et al.

Treatment of clubfoot with the Ponseti method. The journal of foot and ankle surgery. 49(2010), 426–431.

37 – M. Colburn, M. Williams.

Evaluation of the treatment of idiopathic clubfoot by using the Ponseti method. The journal of foot and ankle surgery. 42, 5(2003).

38 – F. Chotel et al.

Prise en charge initiale du pied bot varus équin congénital selon la méthode de Ponseti. Revue de chirurgie orthopédique 2002, 88, 710–717.

39 – I.V. Ponseti, E.N. Smoley.

Congenital clubfoot: The result of treatment. ClinOrthopRelat Res 2009;
467:1133–45.

40 – Forester et al.

Result of percutaneous tendo-achillis lengthening. J. Pediatr. Orthop. 1996,
16, 549.

41 – P. Wicart, B. Maton, R. Seringe.

Ténotomie percutanée d’Achille pour pied bot varus équin congénital
idiopathique : pour quel pied et quand ? SOFCOT-25-Chirurgie orthopédique.
Archive de pédiatrie2008 :15 :p1019–1030.

42 – Jose A. Morcuende, Lori A. Dolan, Frederick R. Dietz et Ignacio V. Ponseti.

Radical Reduction in Rate of ExtensiveCorrectve Surgery For clubfoot Using the
Ponseti Method. Pediatrics 2004;113;376.

43 – David A. Spiegel et al.

Ponseti Method for Untreated Idiopathic Clubfeet in Nepalese Patients From 1
to 6 Years of âge. ClinOrthopRelat Res (2009) 467:1174–1170.

44 – I.V. Ponseti.

Treatment of congenital clubfoot. J. Bone. Joint. Surg. 1992, 74A, 448–54.

45 – I.V. Ponseti.

Common errors in the treatment of congenital clubfoot. International
Orthopaedics (SICOT) 1997, 21, 137–141.

46 – A.J. Harrold, C.J. Walker.

Treatment and prognosis in congenital clubfoot. J. Bone. Joint. Surg. 1983,
65B 8–11.

47 – P. Masse.

Le traitement du pied bot par la méthode fonctionnelle. Cahier d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française. 1977, 3, 51–56

48 – A. Dimeglio, F. Bonnet, P. Mazeau, V. De Rosa.

Orthopedic treatment and passive motion machine : consequences for the surgical treatment of clubfoot. J. Pediatr. Orthop. 1996, 5, 137–80.

49 – V.J. Turco.

Present management of idiopathic clubfoot. J. Pediatr. Orthop. 1994, 3, 149–154.

50 – Anne Foster et Naomi Davis.

Congenital talipes equinovarus (clubfoot). Orthopaedic IV : Degenerative/Paediatric Disorders. 2007 Elsevier Ltd.

51 – Karski T., Wosko I.,

Experience in the conservative treatment of congenital clubfoot in newborns and infants. J PediatrOrthop 1989:9/134–136.

52 – Nather A., Bose K.,

Conservative and surgical treatment of clubfoot., J PediatrOrthop1981:7:42–48.

53 – Pous J.G, DiMéglio A.,

Neonatal surgery in clubfoot. Orthop Clin North Am 1978:9:233–270.

54 – J.Wedge, M. Alms.

A method of treating clubfeet with malleable splint. J. Pediatr. Orthop. 1983, 3, 108–112.

55 – Yamamoto H., Muneta T., Morita S.

Non surgical treatment of congenital clubfoot with manipulation, cast, and modified Denis Browne splint. J PediatrOrthop1998;18:538–542.

56 – G. Philipe, K. Kalane.

Le pied bot : Résultats à long terme, reprises tardives, séquelles. Cahier d'enseignement de la SOFCOT n° 43, 1993, 73–85.

57 – B. Chastan.

Rééducation des pieds bots. Ed-Frison-Roche. Paris 1993.

58 – R. Chedville, J. Carrio-Vilalonga.

Kinésithérapie orthopédique pédiatrique. Paris 1991, Masson, 66–78.

59 – Alf Bass.

Update on Clubfoot. Symposium : Surgery and Orthopaedics. Pediatric and Child Health 2011, 22:6.

60 – J.P. Metaizeau.

Continuous passive motion in the treatment of the congenital clubfoot. Med. Orthop. Tech 1991, 111, 194–198.

61 – B.S. Richards, H. Wilson, C.E. Johnston.

Non operative clubfoot treatment comparing the French technique to serial casting early result. Presented at POSNA. Lake Buena Vista, FL, May 15–19, 1999.

62 – R. Jones.

The child's foot. Philadelphia. Saunders Cie. 1985, 176–186.

63 – J. Fixen, G. Loyd-Roberts.

The foot in childhood. Edimbourg: Churchill Livingstone 1988, 36–39.

64 – G.W. Simons, M.O. Tachdjian.

Treatment of clubfeet from birth to two years of age. Cahier d'enseignement de la SOFCOT. Paris : Expansion scientifique française, 1977, 3, 31–50.

65 – N. Carroll.

Clubfoot: What have we learned in the last quarter century? Journal of pediatric orthopaedics 1997, 17(1), 1–2.

66 – R. Seringe.

Le concept du Bloc Calcanéo-pédieux. 82^{ème} réunion annuelle de la SOFCOT.4S28.

67 – James A. Gilbert.

Histological abnormalities of the calcaneus in congenital talipes equinovarus. Journal of orthopaedics science. 2001, 6(6), 519–526.

68 – De Ladoucette A, Seringe R.

Deformations du pied du nourisson. La place du traitement orthopedique. Gazette Med.1996 ;103(29) :15–7

69 – A. Dimeglio.

Le pied bot varus équin. Regard sur le monde actuel. ActaOrthopedicaBelgica. 1998, 64(2).

70 –THOMPSON G.H., RICHARDSON A.B., WESTIN G.W.

Surgical management of resistant congenital talipes equino-varus deformities. J. Bone joint Surg., 1982, 64A, 652.

71 – F. Chotel et al.

Déformations congénitales des pieds. Archives de pédiatrie 12(2005), 797–801.

72 – Hazem M. ELTayeby.

Multiple ténotomies after Ponseti Method for management of severe rigid Clubfoot. The Journal of foot and ankle surgery 51(2012) 156–160.1102–9.