

Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Dijon



**KINESITHERAPIE ET TECHNIQUES DE TRAITEMENT DANS
LA PRISE EN CHARGE DES PIEDS BOTS VARUS EQUIN**

Revue de littérature



Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Dijon



**KINESITHERAPIE ET TECHNIQUES DE TRAITEMENT DANS
LA PRISE EN CHARGE DES PIEDS BOTS VARUS EQUIN**

Revue de littérature

**Quelles plus-values peuvent être apportées par l'association de la
kinésithérapie au protocole de Ponseti pour le traitement des pieds
bots varus équin idiopathiques ?**

Directeur de mémoire : Monsieur Laurent Pardon, masseur-kinésithérapeute diplômé d'état, enseignant, et référent de promotion M2 à l'IFMK de Dijon.

Remerciements

Je tiens à adresser mes remerciements à :

- ❖ Monsieur Laurent Pardon, mon directeur de mémoire et notre référent de promotion, pour ses explications grandement utiles, et pour tout le temps qu'il m'a consacré dans la construction de ce travail,
- ❖ Madame Nathalie Martineau, documentaliste de la bibliothèque de l'institut en masso-kinésithérapie de Dijon pour son aide précieuse dans mes recherches,
- ❖ Madame Anne Daubigney, masseur-kinésithérapeute, pour le temps qu'elle a accordé à lire ce travail afin qu'il soit pertinent,
- ❖ Lou et Elisa, masseur-kinésithérapeutes et avant tout mes amies, pour leur avis indispensable à la bonne évolution de ce travail,
- ❖ Violette, Salomé, Julie, Elise et Aurore, pour leur soutien sans faille qui m'a permis de maintenir ma motivation,
- ❖ Adèle et Lise, pour être présentes depuis si longtemps,
- ❖ Mes parents, pour avoir pu m'offrir ces études et m'avoir toujours soutenue dans mes choix,
- ❖ Mes grands-parents, pour avoir toujours été présents et m'avoir montré un soutien incomparable,
- ❖ Ma sœur Marie, d'être une oreille attentive dans les peurs et les doutes,
- ❖ Vous, qui prenez le temps de lire ce travail, espérant que vous le trouviez pertinent.

Liste des abréviations

PBVE - Pied Bot Varus Equin

HAS - Haute Autorité de Santé

MK - Masseur-Kinésithérapeute

CHU - Centre Hospitalier Universitaire

BCP - Bloc Calcanéo-Pédieux

UTTFF - Unité Tibio-Talo-Fibulaire

FPT – French Physical Therapy : méthode fonctionnelle

TPCA - Ténotomie Percutanée du tendon d’Achille

DB - Denis Brown

PM - Ponseti-Mitchell

SOFOP - Société Française d’Orthopédie Pédiatrique

FAB - Foot Abduction Brace : attelle pédieuse d’abduction

UFAO - Unilateral Foot Abduction Orthosis : orthèse d’abduction unilatérale

EMS - Electro-Myo-Stimulation

TS – Triceps Sural

ETP – Education Thérapeutique au Patient

BOT-2 - Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, 2nd edition

RKBE – Réseau Kinésithérapie Bronchiolite Essonne

TEV - Talipes Equinovarus

Sommaire

1. Introduction.....	1
2. Cadre théorique	4
2.1 Les pieds bots varus équin.....	4
2.1.1 Les déformations anatomiques	4
2.1.2 L'épidémiologie.....	5
2.1.3 L'évaluation initiale et le suivi de la déformation	6
2.1.4 Les répercussions fonctionnelles	7
2.2 La prise en charge pluridisciplinaire.....	8
2.2.1 Les phases de traitements	8
2.2.2 Les recommandations professionnelles	9
2.2.3 La méthode Ponseti.....	10
2.2.4 La méthode fonctionnelle et la méthode mixte.....	11
2.3 Les interventions kinésithérapiques dans le traitement des PBVE	12
2.3.1 Les mobilisations des articulations de la cheville et du pied.....	12
2.3.2 Les contentions orthopédiques.....	13
3. Synthèse du cadre théorique et problématique.....	15
4. Méthodologie	17
4.1 Contexte de recherche.....	17
4.2 Bases de données.....	18
4.3 Elaboration des équations de recherche.....	18
4.3.1 Mots clés	18
4.3.2 Equations de recherches.....	19
4.4 Critères de sélection et d'exclusion	19
4.4.1 Critères de sélection.....	19
4.4.2 Critères d'exclusion et d'inclusion	19
5. Résultats.....	21
5.1 La satisfaction et la compliance au traitement	21
5.1.1 L'influence des contentions	21
5.1.2 L'observance des parents.....	23
5.1.3 Les mobilisations articulaires et stimulations musculaires.....	25
5.1.4 Le nombre de rendez-vous.....	27

5.2 Les paramètres cliniques du traitement.....	27
5.2.1 Les scores de Diméglio et Pirani	28
5.2.2 Les récides et déformations secondaires.....	29
5.2.3 Le recours à la chirurgie	30
5.2.4 Analyse de marche au long terme.....	32
6. Discussion.....	35
6.1 La satisfaction et la compliance au traitement	35
6.1.1 L'influence des contentions	35
6.1.2 L'observance des parents.....	37
6.1.3 Les mobilisations articulaires et stimulations musculaires.....	39
6.1.4 Le nombre de rendez-vous.....	40
6.2 Les paramètres cliniques du traitement.....	41
6.2.1 Les scores de Diméglio et Pirani	41
6.2.2 Les récides et déformations secondaires.....	41
6.2.3 Le recours à la chirurgie	43
6.2.4 Analyse de marche au long terme.....	44
6.3 Interaction entre les intervenants	45
6.3.1 Organisation globale de l'équipe pluridisciplinaire.....	45
6.3.2 Focus sur le rôle du kinésithérapeute.....	45
7. Conclusion	48
7.1 Rappel du contexte	48
7.2 Les contentions recommandées.....	50
7.3 Analyse et comparaison des deux méthodes	53
7.4 Pistes d'investigations futures	54

1. Introduction

Le Pied Bot Varus Équin (PBVE) est une malformation congénitale déjà présente dans les civilisations les plus anciennes, comme celles de l’Egypte, des Aztèques ou encore Grecques. En effet, le célèbre pharaon Toutânkhamon présentait déjà une déformation en PBVE ; c’est pourquoi les archéologues ont retrouvé une multitude de cannes dans son tombeau (1). De célèbres médecins, comme Hippocrate en 400 avant J.-C. ou encore Ambroise Paré vers 1560, proposaient déjà des traitements par contention, qui apparaissent encore aujourd’hui comme un élément clé dans le traitement de cette pathologie (2).

Les médecins et chirurgiens continuent de proposer des prototypes orthopédiques au cours des derniers siècles, remplaçant le pied en position neutre ; celui de Jean-André Venel, un chirurgien-orthopédiste suisse du XVIII^e siècle, est considéré comme le premier d’une longue lignée (2). Le célèbre homme d’Etat français Charles-Maurice de Talleyrand-Périgord, surnommé « le diable boiteux », et souffrant d’un PBVE porta l’une de ces chaussures orthopédiques (2).

Par la suite, l’apparition des premiers mémoires descriptifs s’essayant à la compréhension de l’anatomie et de la réduction des déformations, comme celui d’Antonio Scarpa au début du XIX^e siècle, permettent le développement de la médecine et des techniques chirurgicales (2). C’est au milieu de ce siècle que les descriptions de ténotomies apparaissent. Elles sont notamment retrouvées dans un traité de Vincent Duval, qui inspira Gustave Flaubert dans les descriptions des chirurgies exécutées par monsieur Bovary dans son incontournable roman « *Madame Bovary* », publié en 1857 (2). C’est à partir de cette époque que les techniques évoluent vers des appareils correctifs encore considérés aujourd’hui comme « barbares » et penchant du côté de la correction en force. Ces corrections en force ne sont plus préconisées aujourd’hui, d’autant plus que les os de nouveau-nés ne sont pas encore complètement ossifiés. Cela peut donc induire des déformations osseuses secondaires à la correction. En effet au niveau du pied, seuls le talus, le calcaneus et les métatarsiens sont ossifiés à la naissance (3).

Pendant un temps, la chirurgie évolue peu se limitant aux ténotomies percutanées du tendon d’Achille (TPCA) et aux ténotomies du muscle tibial antérieur. La première libération postéro-interne connue est évoquée en 1906 (2).

Après toutes ces évolutions, à partir du milieu du XX^e siècle les techniques commencent à se rapprocher peu à peu des traitements utilisés aujourd’hui. Le XX^e siècle voit ses plus grandes avancées prendre forme, avec des techniques s’inspirant et reprenant des concepts déjà existants en les améliorant.

Denis Brown et Hiram Kite sont les premiers de ce siècle à inspirer encore nos techniques actuelles. Brown, en présentant ses méthodes de strapping, contribuera à la définition de la méthode fonctionnelle apparaissant dans les années 1970 par des chirurgiens orthopédiques français, et toujours utilisée actuellement (2). La méthode Kite, quant à elle, est l’ancêtre direct de

la méthode Ponseti mondialement répandue de nos jours, consistant toutes deux à des séries de plâtres correcteurs visant à réduire la déformation (2).

Les chirurgies ont, elles aussi, largement évolué dans les années 1970 avec l'apparition de libérations postérieures et internes. Bien qu'anatomiquement elles permettent d'obtenir des pieds corrigés, il s'en suivait des raideurs et des douleurs sur le long terme. Cela rendait donc le résultat de ces opérations peu fonctionnel, c'est pourquoi elles servent aujourd'hui d'adjuvants aux traitements orthopédiques (4). En effet, l'utilisation seule de la chirurgie comme technique de traitement ne permettait pas au patient d'obtenir un équilibre fonctionnel dans les activités de la vie quotidienne ou sportive pouvant aller jusqu'à gêner la marche (2).

La déformation en PBVE existe depuis des milliers d'années, pourtant des techniques de traitement orthopédiques uniformisées se mettent en place depuis seulement une vingtaine d'années (5), et toujours avec beaucoup d'incertitudes concernant les phases tardives des traitements. Les dernières techniques recherchent la correction totale de la position d'un pied, sans douleurs ni raideurs, c'est-à-dire ne présentant aucune fibrose. Les masseurs-kinésithérapeutes (MK) ont été intégrés à ces traitements dès la création officielle de la profession en 1946 (6), en lien avec l'essor de la méthode fonctionnelle dans les années 1970. Il reste nécessaire aujourd'hui que ceux-ci soient formés à la technique et donc spécialisés dans le domaine (7). Ces techniques sont enseignées aux professionnels pendant leurs études mais un approfondissement de la technique grâce à une formation théorique et pratique est nécessaire (8).

La thématique de ce travail s'est inspirée d'une expérience pratique de stage, réalisée au CHU de Dijon dans le service de pédiatrie. Lors de consultations kinésithérapiques suivant une correction par plâtres successifs, des soins étaient délivrés par les MK du service. J'ai remarqué qu'il existait des divergences d'avis entre les professionnels extérieurs et ceux appartenant à l'équipe de kinésithérapeutes du service, notamment quant à la mise en place des contentions (forme des plaquettes de contention, intégration ou non du genou dans la contention ou encore concernant le coût financier de celles-ci).

Il semblerait que le choix et la mise en place des traitements dépendent des spécificités thérapeutiques de l'équipe soignante. Bien que leurs explications concernant le choix de favoriser telle ou telle technique soient tout à fait compréhensibles, peu d'arguments scientifiquement établis ne pouvaient justifier de leurs discours.

C'est pourquoi il m'a semblé intéressant d'approfondir les recherches pour comprendre et établir l'intérêt ainsi que les différentes modalités de mise en place d'un traitement, pour les professionnels mais également pour le patient. D'autant plus que dans le traitement des PBVE, les patients regroupent aussi bien les enfants que leurs parents, qui font partie intégrante de la prise en charge (9).

Au premier abord, les différentes techniques de traitement paraissent bien définies, mais l'intérêt de la problématique s'est rapidement porté vers des techniques dites mixtes ou hybrides. Dans ce domaine, la littérature présente un large éventail de possibilités, opposant parfois des techniques ou des modalités.

A Dijon, c'est une méthode hybride qui est mise en place. Dans la littérature, il semblerait qu'elle soit loin d'être la plus commune et qu'elle soit peu soutenue par des preuves scientifiques établies, car encore trop peu étudiée à ce jour. Cependant, elle fait intervenir les kinésithérapeutes très précocement dans la prise en charge du nouveau-né et met en relation l'équipe hospitalière de rééducation et le chirurgien-pédiatre en charge du nourrisson.

Une relation étroite de confiance lierait les deux parties permettant aux MK d'intervenir rapidement dès que les modalités de Ponseti seraient terminées (9). En parallèle, un suivi régulier du pédiatre est évidemment nécessaire mais les kinésithérapeutes, hospitaliers comme libéraux, sont amenés à voir le nourrisson et les parents plusieurs fois par semaine, si ce n'est pas quotidiennement lors de méthodes mixtes ou fonctionnelles (10–12).

Il y a donc une augmentation du nombre de professionnels qui interviennent précocement et cela nécessite une réelle coordination entre les équipes (9). Cela induit également que les parents reviennent plus souvent à l'hôpital afin que les attelles soient réalisées. Se pose alors la question de la praticité pour les parents. En effet, la distance avec un centre de soins et le nombre de rendez-vous médicaux pourraient impacter le respect et la mise en place stricte d'un protocole de soins, notamment avec des dépenses supplémentaires pour les déplacements (9,13,14). Il semblerait que ces facteurs ne puissent être négligés pour l'observance et la bonne mise en place d'un traitement.

Les divergences entre les professionnels concernant certaines modalités et la mise en place du traitement dépendent, pour beaucoup, d'hypothèses scientifiques souvent étudiées mais non affirmées dans la littérature. C'est pourquoi il semble important d'analyser chaque modalité et d'y associer l'environnement et la possibilité pratique de mise en place de ces traitements. Au final, nous comprenons que l'observance et la compliance semblent être les pièces maîtresses dans la correction de la déformation en PBVE. Il semble alors qu'un partenariat entre les différents professionnels et avec les parents soit déterminant pour évoluer vers des traitements uniformisés. Ce partenariat permettrait également de faciliter la compréhension des parents et de diminuer leur stress lors de l'annonce de la pathologie et des diverses possibilités de traitement s'offrant à eux car cela réduirait le nombre de traitements différents (9).

Le but de ce travail serait donc d'investiguer les avantages d'un traitement mixte alliant les contentions plâtrées de Ponseti et les mobilisations de la « French Physical Therapy » (FPT). L'analyse concernera les avantages et inconvénients cliniques et économiques qu'un tel traitement pourrait apporter au patient et à ses parents, incluant la bonne correction du pied, mais également les coûts et la praticité d'un tel traitement.

En suivant la tendance actuelle d'évoluer vers des programmes de soins interdisciplinaires engageants également les patients à être acteurs dans leur prise en charge, (en l'occurrence ici les parents), ma réflexion sera basée sur ces notions car il me semble que c'est un facteur indispensable dans le traitement des PBVE.

2. Cadre théorique

2.1 Les pieds bots varus équin

2.1.1 Les déformations anatomiques

Le PBVE correspond à une déformation du pied tridimensionnelle dite en inversion de cheville associant une flexion dorsale, une adduction et une supination du pied. Il peut être idiopathique ou secondaire à une pathologie neurologique ou encore à un syndrome génétique (4,15). Dans ce travail, seul le PBVE idiopathique sera abordé. Comme son nom l'indique, la cause exacte des déformations sur un pied idiopathique reste encore mal connue, même si des hypothèses sont évoquées dans la littérature telles que les pressions intra-utérines, des déficiences vasculaires, des insertions musculaires anormales, des facteurs environnementaux, ou encore des facteurs génétiques (4,5). Il semblerait même que la cause de cette déformation soit multifactorielle (4,16).

A la naissance, des rétractions musculaires fixées par des points fibreux sont observées. Ces rétractions sont les points clés lors de l'application de libérations chirurgicales postérieures et postéro-internes (2). La rétraction du muscle tibial antérieur est la plus évidente puisque c'est le seul muscle purement inverseur de cheville. Le triceps sural est, lui aussi, concerné car sa rétraction place le pied en flexion plantaire et fixe l'équin. Ils sont donc sujets aux chirurgies évoquées (2,7,17).

Le PBVE peut donc se résumer en 3 grandes déformations toutes liées au concept de Farabeuf. Celui-ci décrit les mouvements du calcaneus qui « *roule, tangue et vire sous l'astragale* » (7). Dans ces déformations, le talus reste imbriqué dans la mortaise tibio-fibulaire ce qui laisse le reste des os du pied former ce qu'on appelle le « bloc calcaneéo-pédieux (BCP) » (7). Ce bloc comprend donc les phalanges, les métatarses, le tarse et le calcaneus. Les déformations interviendront donc au niveau de ce bloc en différenciant l'avant-pied qui comprend les phalanges et les métatarses, le médio-pied correspondant aux os du tarse et enfin l'arrière-pied sans le talus qui correspond donc au calcaneus seul (18). Cela permet également de définir l'unité talo-tibio-fibulaire correspondant aux os talus, tibia et fibula entrant en jeu dans certaines modalités de traitements, notamment au niveau de l'appareillage (2,7).

2.1.1.1 *Déformation sagittale : l'équin*

L'équin présent dans les PBVE est la composante principale permettant la pose du diagnostic (7). Il est provoqué par la rétraction des parties molles postérieures, notamment le muscle triceps sural qui entraîne l'ascension du calcaneus. Ce phénomène est facilement reconnaissable puisque le talon du nourrisson est laissé « vide ». Il entraîne également une large baisse de mobilité en flexion dorsale de cheville puisque la tubérosité antérieure du calcaneum se retrouve sous le col

du talus (7). Cette baisse de mobilité peut varier de 9 à 14% d'amplitude dynamique 10 ans après la réduction (19). Cette déformation est entraînée par l'adduction de l'articulation sous-talienne. Par conséquent, il existe également un équin présent dans l'articulation tibio-tarsienne (7).

2.1.1.2 *Déformation frontale : varus de l'arrière-pied*

Le varus de l'arrière-pied correspond à une association d'une adduction et d'une supination du calcaneus. Il induit anatomiquement une supination de l'avant-pied, moins importante que celle de l'arrière-pied (2,7).

En effet, sur un pied dit sain un valgus du calcaneum est observé en vue postérieure (qui disparaît lorsqu'un individu se met sur la pointe des pieds). Sur un PBVE, le calcaneus est orienté en dedans, donc en varus (17). Le varus est une conséquence de la déformation horizontale en adduction et donc corrigé automatiquement par sa réduction (7).

2.1.1.3 *Déformations transversales : la double adduction de l'articulation sous-talienne et du médio-pied.*

Le calcaneum subit un varus provoqué par une adduction de l'articulation sous-talienne entraînant la même déformation pour le médio-pied (2,7). C'est la compréhension de la double adduction correspondant aux deux dernières déformations citées précédemment : c'est-à-dire l'adduction du BCP dans son entièreté ainsi que celle de l'articulation médio-tarsienne. L'apparition du concept de BCP a permis l'avancée des techniques après 1975 permettant une considérable diminution des recours à la chirurgie (20). L'os naviculaire se place dans une situation difficile pouvant amener à une déformation. Il apparaît également une courbure de la ligne interne du pied appelée « cavus » (2,7).

Ces 3 déformations doivent être traitées lors de la prise en charge de cette pathologie par une équipe pluridisciplinaire formée afin d'éviter la transformation du PBVE en pied convexe, une autre déformation du pied (7). L'évaluation de celles-ci permet également l'évaluation initiale du pied via différents scores.

L'évidente faiblesse du groupe musculaire fibulaire apparaît comme étant un levier de ces déformations et sert de point clé lors de mobilisations actives.

2.1.2 L'épidémiologie

Cette déformation congénitale du pied touche entre 174 000 et 200 000 naissances par an dans le monde, et peut concerner un seul des pieds comme les deux (21). Il apparaît que 90% des

cas surviennent dans des pays à faibles ou moyens revenus, où l'accès aux soins peut être très limité (15% de ces 90% auraient un accès à Ponseti en 2015) (21).

En Europe, cette déformation apparaît à la fréquence de 1 et 2 pour 1000 (22,23), soit une moyenne de 1.52 pour 1000 (22) selon certains auteurs. Ce chiffre est estimé de la même façon au niveau national (22).

2.1.3 L'évaluation initiale et le suivi de la déformation

Le diagnostic anténatal peut être fait par échographie (2,5). Ce dispositif peut être utilisé afin d'observer les parties cartilagineuses jusqu'à l'âge d'un an (22). A la naissance, les radiographies et les évaluations cliniques prennent le relais. Il existe 2 principales classifications utilisées dans la plupart des études, reconnues et comparables entre elles (2,24). Elles permettent une évaluation initiale du pied, et ainsi de connaître la sévérité du PBVE, notamment par la cotation des critères morphologiques du pied, et par la réductibilité de la déformation. Ces deux classifications sont reproductibles (22) et très utiles pour le suivi de l'évolution du pied et, par conséquent, pour l'évaluation de l'efficacité d'une technique (2,24). Le score initial de la déformation en question est proportionnel au risque de récides ; c'est-à-dire que plus le score initial est grand, plus la déformation est sévère, et plus le pied aura de probabilité à récidiver (25). Les kinésithérapeutes peuvent réaliser ces évaluations cliniques.

2.1.3.1 *Les radiographies*

La radiographie est utilisée dès la naissance. Les suivis radiographiques sont largement utilisés désormais, et même intégrés depuis quelque temps à la méthode fonctionnelle afin d'éviter les déformations secondaires (suivi du bon alignement des os) (22). Elles permettent l'évaluation de la convergence entre le calcanéus et le talus ou encore l'angle d'adduction du médio-pied (2). C'est pourquoi elles peuvent permettre de repérer une récide très précocement, et sont effectuées tous les 3 à 6 mois dans certaines techniques de traitements, notamment dans les protocoles de méthodes fonctionnelles (2).

2.1.3.2 *Le score de Pirani*

Le score du canadien Pirani s'étend de 0 à 6 points, pour un pied respectivement souple à raide. Le pied est évalué sur 6 paramètres : 3 concernent l'arrière-pied et 3 le médio-pied. Ils comprennent l'évaluation des plis du pied, la rigidité de l'équin ou encore l'ascendance du calcanéus (2,5,24). Chaque paramètre peut être évalué à 0, 0,5 ou 1. Les différents scores vous sont présentés en annexe I. Ce score est simple, rapide à réaliser et déjà largement répandu (22).

2.1.3.3 La classification de Diméglio

Cette classification française permet une vision plus prédictive face au risque de ténotomie percutanée du tendon d'Achille par rapport au score Pirani. Elle est basée sur 20 points et différencie 3 catégories de pieds : les modérés, les sévères et les très sévères pour des scores respectivement supérieurs à 6, 11 et 15 (2,5,24) (annexe II).

Seize points décrivent la réductibilité de l'équin, du cavus, du varus et de la dérotation sur 4 tranches d'angles, découpées de 1 à 4 points. Les 4 derniers points correspondent à la présence ou non de sillons médiaux ou postérieurs, de creux ou encore d'hypertonie globale (2,5,24).

2.1.4 Les répercussions fonctionnelles

Le pied, en tant qu'extrémité du membre inférieur et premier appui au sol, possède des rôles fonctionnels importants. En effet, on lui prête un rôle de proprioception statique avec une capacité d'adaptation aux appuis du sol mais également de stabilisation (17). On différencie donc ce rôle statique de celui dynamique, qui va entrer en jeu lors de la marche, plus particulièrement pendant la phase de réception où il se transforme en « amortisseur », et lors de la phase de propulsion où il se comporte en restituteur d'énergie (accumulée pendant que le pied se trouvait au sol). (17)

Il apparaît évident qu'une telle déformation, si elle n'est pas prise en charge correctement, engage des répercussions fonctionnelles modifiant le pied et la marche (14). En effet, celle-ci peut devenir alors digitigrade au lieu de plantigrade dans le cas d'un pied sain, ce qui provoque l'élargissement dit en « éventail » du pied (2). Si aucune prise en charge n'est apportée au patient, le pied est alors appelé « pied invétéré » (26), et la marche peut aller jusqu'à un mode dit « dorsigrade » : le patient marche avec le dos du pied au sol (14). A long terme, les os du pied finiront par se déformer de manière irréversible (27). Le dernier noyau d'ossification de l'apophyse de la grosse tubérosité du calcaneus se forme à l'âge de 10 ans (3).

La chirurgie préconisée il y a encore 30 ans pouvait laisser apparaître des faiblesses musculaires et des raideurs articulaires plus ou moins invalidantes vingt ans après le traitement par chirurgie (22). Certaines techniques anciennement beaucoup pratiquées, et mettant parfois en place des hypocorrections ou hypercorrection en valgus, entraînaient bien régulièrement « des raideurs considérables et des déformations rendant le chaussage difficile » (20).

Certaines déformations peuvent également, si elles sont mal corrigées, entraîner des compensations (28).

Ce sujet a beaucoup été développé, notamment par le Dr Raphaël Seringe (28) ; chirurgien orthopédiste pédiatrique, spécialisé en luxation de hanche et PBVE. Une déformation en équin résiduelle, peut entraîner une compensation en *genu recurvatum* chez l'enfant au moment de la marche, ou lors du retrait de l'attelle de Denis Brown. On peut également retrouver le fameux pied convexe, résultant d'une hypercorrection en flexion dorsale située uniquement dans le médio-pied. Il apparaît également qu'une supination résiduelle (due à une mauvaise correction du varus et/ou

adduction) peut entraîner un *genu valgum* et qu'une mauvaise utilisation des attelles de Denis Brown pourrait en être la cause (28).

On peut noter que le défaut d'appui antéro-interne lié à une insuffisance tricipitale, pouvant être lié à la TPCA pratiquée dans certains traitements entraîne une sollicitation plus importante des longs fléchisseurs des orteils et notamment de l'hallux (2,28). Cela peut provoquer par l'horizontalisation du 1^{er} métatarsien, ce qu'on appelle un « dorsal bunion » aussi appelé « hallux rigidus », pouvant être responsable d'une gêne menant jusqu'à la chirurgie (29).

Enfin, une mauvaise correction peut aussi entraîner une déformation des appuis osseux et perturber les articulations du pied. En effet, l'os cuboïde s'ossifie dans les 6 premiers mois de vie, donc en pleine période de correction du pied dans le traitement du PBVE. Les os cunéiformes seront les suivants à s'ossifier. Le naviculaire n'est quant à lui pas mature avant l'âge de 3 ans, et la grande tubérosité du calcaneus poursuivra son évolution osseuse jusqu'à l'âge de 10 ans (3).

2.2 La prise en charge pluridisciplinaire

Il est maintenant admis que le premier traitement à mettre en place est le traitement conservateur, qui surpasse largement le traitement chirurgical seul en termes de résultats fonctionnels et de confort au long terme (5,30).

2.2.1 Les phases de traitements

Tous les traitements peuvent être découpés en 3 phases en fonction de l'objectif principal de chacune.

Le première phase est la phase de **réduction** de la déformation (31). L'objectif est donc de diminuer le plus possible les différentes déformations afin de retrouver un pied d'aspect « normal ». Elle dure 6 à 8 semaines selon les équipes et les traitements. Toutes ces techniques consistent en des mobilisations et des contentions avec des modalités différentes d'application en fonction du traitement choisi. (7)

Les techniques de réduction orthopédique consistent en une succession de contentions plâtrées comme celles de Ponseti (7).

Les techniques de réduction fonctionnelles correspondent à des mobilisations passives et actives répétées très régulièrement (quasi quotidiennes) (7,31).

La seconde phase est dite de **consolidation** (5,7,31). C'est une phase très importante puisqu'elle arrive une fois que le pied atteint un aspect corrigé. Durant cette période, le pied reste extrêmement sujet à la récurrence de la déformation, c'est pourquoi une contention est mise en place afin de le maintenir dans la bonne position. Cette phase, qui dure au minimum 3 mois, réunit les

différents traitements. Cependant, de multiples appareillages intervenant à cette phase existent pour lesquels il n'existe encore aucun consensus (7).

La troisième et dernière phase est appelée « **d'entretien et de gestion des récides** ». C'est la suite logique de la seconde phase poursuivant la surveillance de l'apparition des récides qui peuvent arriver jusqu'à plus de sept ans dans certains cas rares. Celle-ci repose énormément sur le principe d'observance (ou compliance) de l'appareillage si celui-ci continue. C'est pour cette raison que des suivis réguliers sont mis en place tous les 3 à 6 mois (7).

L'appareillage reste en place durant cette phase mais le temps de port de la contention diffère selon les équipes : il peut être diminué ; similaire à celui de la deuxième phase ou encore seulement nocturne.

2.2.2 Les recommandations professionnelles

Les recommandations françaises de la HAS datant de janvier 2004 nous exposent 3 différentes techniques de traitements : « la méthode fonctionnelle associant mobilisations et contentions amovibles ; le traitement mixte associant contentions plâtrées et mobilisations ; la méthode par plâtres successifs suivis de postures. » (9), la dernière correspondant à la méthode Ponseti décrite actuellement que nous développerons dans la prochaine partie (anciennement méthode Kite). Il est clairement décrit qu'aucune de ces techniques n'a fait preuve de supériorité l'une par rapport à l'autre (9). L'approfondissement des recherches lors de la sélection de ce thème de mémoire a confirmé ce fait datant pourtant de plus de 15 ans.

Ces 3 techniques réduisent considérablement le risque de recours à la chirurgie ainsi que toutes les conséquences que celle-ci peut impliquer (insuffisance tricipitale, répercussions psychologiques parents/enfants, esthétique, cutanée) (20).

Ces recommandations décrivent que toute prise en charge doit se faire en association avec les parents et l'équipe de soins qui a été sollicitée ; par conséquent, elles sont toutes différentes. Les équipes hospitalières ont, quant à elles, des protocoles propres à chaque hôpital (9).

Elles incitent également à l'utilisation du score de Dimeglio pour évaluer la sévérité initiale du pied qui est un facteur déterminant et invariable dans la survenue de récides au cours du traitement. Seringe ajoute que la distance entre l'os naviculaire et la malléole interne ou la tête du talus (observable en échographie ou radiographie), est un critère sur lequel se baser afin d'observer l'évolution de la déformation (28).

A la demande d'une association de parents, les Pays-Bas ont également publié des recommandations nationales en 2017 (32). Celles-ci considèrent la méthode de Ponseti comme le traitement à mettre en place en première intention et ne mentionnent pas les techniques fonctionnelles et hybrides. Elles ajoutent même que les séances routinières de kinésithérapie ne sont pas conseillées durant la première année de traitement (32).

Elles décrivent, tout comme les recommandations françaises, l'importance d'inclure les parents dans la prise en charge notamment concernant l'observance des contentions. Sur ce sujet, elles recommandent l'utilisation des attelles pédieuses d'abduction telles les Denis-Brown (DB) ou Ponseti-Mitchell (PM) plutôt que les orthèses pédieuses unilatérales, et ce jusqu'à l'âge de 4 ans afin d'éviter les récurrences. Concernant les scores cliniques, elles ne prennent pas parti pour le score de Dimeglio ou celui de Pirani les plaçant au même niveau en recommandant l'utilisation des deux (32).

2.2.3 La méthode Ponseti

La méthode Ponseti reprend le principe de la méthode Kite et a été développée par le Dr Ignacio Ponseti dans les années 1950-60 (21). Elle reste actuellement la technique la plus répandue dans le monde, étant même considérée comme un *gold standard* aux États-Unis et pratiquée par 97% des chirurgiens américains en 2012 (22). Elle s'étend désormais à beaucoup d'autres pays depuis les 15 dernières années (4), et est pratiquée par 70% des équipes hospitalières françaises en 2012 (22).

La méthode de Ponseti consiste en l'application successive de plâtres correcteurs cruro-pédieus durant la phase de réduction de la déformation (4,5). Ces plâtres sont changés toutes les semaines, et ce pendant les 6 à 8 premières semaines de vie lorsque cela est possible. Un aperçu d'une série de ces plâtres est disponible en annexe III. En premier lieu, c'est le cavus (adduction de l'articulation médio-tarsienne) qui est réduit par réalignement du premier métatarsien sur la ligne médiale du pied (4,7). Ensuite, l'ensemble du pied est progressivement placé en abduction en prenant le talus comme axe de rotation (2,7). Cette manipulation est communément appelée « dérotation du bloc calcanéo-pédieus ». Elle permet la réduction de l'abduction et du varus du calcaneum et donc la rotation interne du pied. Enfin, les derniers plâtres réduisent l'équin (15,22).

La TPCA ; quasi systématique car elle est effectuée dans environ 90% des cas (4); est un élément essentiel de cette technique aux alentours de cinq à six mois de vie, permettant le relâchement du triceps sural, la descente du calcaneum, le remplissage du « sac talonnier » et donc la correction éventuelle de l'équin résiduel suite à la série de plâtres (4,15). La TPCA consiste en des incisions minutieusement pratiquées sur le tendon d'Achille afin de relâcher des fibres de celui-ci (2). La gaine du tendon ne doit pas être coupée. Cette action peu invasive reste pourtant controversée par de nombreux auteurs bien qu'elle permette de gagner 15 à 20° de dorsiflexion immédiatement après sa réalisation (20,26).

A la fin de cette série de plâtres, la phase de consolidation du traitement commence avec l'application d'une contention dite de dérotation, qui est mise en place de façon continue (5). L'attelle la plus connue pour ce faire est celle de DB ou attelle de PM, dont nous reparlerons dans une prochaine partie (7). Le port de cette attelle sera au départ permanent puis seulement nocturne. Cette étape de contention peut durer jusqu'à 3 ou 4 ans (22,26). Dès lors, nous comprenons que l'observance quant au port de ces contentions apparaît comme un élément indispensable pour la réussite de cette technique et éviter les récurrences. En revanche, établir un lien direct et indiscutable entre ces deux facteurs reste fragile (33).

Cette méthode de traitement ne fait donc appel à aucune prise en charge kinésithérapique avant l'âge de un an d'après le protocole strict du docteur Ignacio Ponseti (26,32).

2.2.4 La méthode fonctionnelle et la méthode mixte

La méthode mixte est présentée comme un assemblage entre les techniques de Ponseti et fonctionnelle (9,10).

Tout d'abord, il faut savoir que les méthodes fonctionnelles ou encore appelées « French method » ont commencé à apparaître aux alentours des années 1970 grâce à Monsieur Masse. Ensuite, plusieurs méthodes ont été décrites telles que les méthodes montpelliéraines de Monsieur Diméglio, celles de Robert-Debré de Monsieur Bensahel, ou encore celles de Saint Vincent de Paul de Monsieur Seringe (22). Elles diffèrent en fonction des protagonistes à l'origine de celles-ci. Par exemple, la réalisation de séances de mobilisations passives arthromotrices n'est présente que dans la méthode montpelliéraine (34), et reste controversée (22). Dans tous les cas, ces types de traitements associent des mobilisations passives quotidiennes à des bandages permettant de maintenir le pied dans une certaine position (2). Il apparaît également que la ténotomie du tendon d'Achille ne peut être complètement supprimée puisqu'elle est effectuée dans les cas où la réduction de la déformation serait estimée insuffisante, entre 4 et 12 mois (22). Cette insuffisance s'estime par une mesure de l'amplitude de la flexion dorsale de cheville, inférieure à 10 à 15° (5).

2.2.4.1 *L'exemple de la méthode mixte Dijonnaise*

Pour prendre l'exemple du CHU de Dijon, une méthode dite « mixte » est mise en place. Après une première prise en charge plâtrée dans les premières semaines de vie, l'utilisation d'attelles thermoformées cruro-pédieuses est mise en place, associées à des séances de kinésithérapie intensives (au moins 3 séances par semaine). L'arrêt des plâtres est déterminé par une flexion dorsale atteignant 10 à 15°. La TPCA n'a pas lieu dans ce protocole. Les rendez-vous de contrôle sont réalisés au CHU par le pédiatre et les MK du service qui s'occupent alors de la confection des attelles. Par la suite, les séances de kinésithérapies seront réalisées à l'extérieur par un MK libéral.

Les attelles sont refaites toutes les 3 à 4 semaines et portées 22 heures sur 24 par l'enfant. La pose d'une plaquette peut avoir lieu selon la raideur du pied, laissée à l'avis du kinésithérapeute. Le port de cette attelle est restreint aux nuits et aux siestes lorsque l'enfant commence à se mettre debout fréquemment.

Aucun protocole précis et détaillé, ni document professionnel ne décrit cette technique de traitement pourtant bien installée dans le service.

2.3 Les interventions kinésithérapiques dans le traitement des PBVE

2.3.1 Les mobilisations des articulations de la cheville et du pied

Pour les mobilisations du pied qui sont effectuées passivement, les recommandations évoquent celles faites sur arthromoteur qui retarderaient la chirurgie et réduiraient les conséquences de celles-ci (9). Cependant ce sont les mobilisations passives faites manuellement auxquelles nous nous intéressons dans cette revue.

Ces mobilisations passives sont bien décrites dans les recommandations et la littérature et font état d'un accord professionnel (9). Celles-ci (présentées en annexe IV) sont découpées en 5 étapes (35) :

- La **dérotation du BCP** : le thérapeute maintient l'axe jambier et effectue une abduction du pied avec une prise calcanéenne.
- L'**étirement de l'arche interne** du pied, en maintenant le calcanéum en valgus, l'avant-pied est amené en abduction afin de corriger l'adduction de l'avant-pied.
- La **décoaptation de l'os naviculaire** qui correspond à une traction de celui-ci dans la colonne du pouce.
- L'**étirement du tendon d'Achille** dans l'axe jambier ayant pour but la descente du calcanéum, afin de réduire l'équin calcanéen.
- La **stimulation des muscles fibulaires** est ajoutée aux mobilisations précédentes, une fois qu'un peu d'amplitude en flexion dorsale a été récupérée.

En effet, sur le principe de Farabeuf, les manipulations correctrices se font d'abord dans le plan horizontal permettant au calcanéus de « tanguer » sous le talus et d'éviter un équin résiduel. Les adductions du médio-pied et du BCP sont d'abord réduites. Ensuite, il y a descente du calcanéus dans le talon (34).

La supination observée dans la position du pied est considérée comme fausse puisqu'elle est uniquement provoquée par l'association de l'équin de l'articulation tibio-talienne, et de l'adduction du médio-pied (2,7). Par conséquent, celle-ci ne fera pas l'objet d'une réduction analytique et disparaîtra automatiquement avec la correction de l'équin (20). Il ne faudra pas négliger lors de ces mobilisations l'étirement du muscle tibial antérieur dont la rétraction participe au maintien de la déformation (5,28).

2.3.2 Les contentions orthopédiques

Les contentions sont appliquées dès l'entrée dans la phase de consolidation du traitement. Elles doivent pour la plupart être portées autant que possible avant l'âge de la marche c'est-à-dire avant 1 an environ (5,22). Les parents ou tuteurs doivent faire preuve d'une grande observance concernant le temps de port mais également lors de la mise en place de la contention (4,7). Elles doivent être correctement serrées et le talon de l'enfant doit être placé au fond de la chaussure ou de l'attelle.

Selon le Dr Seringe, les plaquettes concaves permettent l'évitement de la transformation du PBVE en pied convexe (20). Le prise du genou à 90° (qui ne semble pas faire accord dans les recommandations) semblerait essentielle selon lui afin de maintenir les corrections (9). Dans ce cas, il semble plutôt commun à l'heure actuelle d'appliquer des contentions fémoro-pédieuses. Certains experts l'expliqueraient par le non-verrouillage de l'unité talo-tibio-fibulaire (UTTF) lors d'application d'attelle suro-pédieuse qui pourrait entraîner un décalage de rotation entre l'UTTF et le BCP et donc, des dommages collatéraux tels que des subluxations ou luxations de rotule (2,28).

2.3.2.1 *L'attelle pédieuse d'abduction : modèle mono-barre*

L'attelle de Denis Brown est celle décrite dans le protocole de la méthode Ponseti (26). Elle peut désormais aussi être appelée attelle de Ponseti Mitchell. Elles correspondent à des bottillons (ou chaussons) montés sur une barre les reliant, formant une attelle de dérotation (7,36). Les réglages sont faits par le chirurgien : la hanche est en abduction et le pied en abduction et rotation externe de 70° environ (7), permettant la dérotation du BCP et le maintien de l'abduction du médio-pied. Elle positionne également la cheville en dorsiflexion de 10 à 15° (33). Elle s'appuie sur le principe de « Kicking » qui correspond au fait que : « *la flexion d'un membre et extension de l'autre, impose au pied (du côté fléchi) une dorsiflexion et abduction.* » (7).

Elle doit être portée 22 heures sur 24 dans les 1 à 3 premiers mois suivant les plâtres puis uniquement lorsque l'enfant dort jusqu'à un an environ (5). Ensuite elle est portée uniquement la nuit jusqu'à deux ans environ (26) mais peut être recommandée jusqu'à 4 ou 5 ans désormais (5). Un exemple d'attelle de Denis Brown vous est présenté en annexe V.

D'autres attelles se basant sur le même principe ont été développées par la suite changeant les matériaux et les systèmes d'enfilage de l'attelle. Ce type d'attelle peut donc également être appelé attelle de Ponseti-Mitchell, attelle de Dobbs, ou encore attelle de Markell (26).

Ces contentions, comme toutes les autres, doivent s'adapter aux pieds de l'enfant. Il faut donc remplacer les bottillons en fonction du grandissement du pied de l'enfant. Il faut également compter d'acheter la barre de l'attelle. Toutes ces pièces ne sont pas remboursées complètement par la sécurité sociale en France, et le complément éventuel par la mutuelle est variable (33,37).

2.3.2.2 *Les attelles thermoformables*

Ces attelles sont rigides, et utilisées pendant la période de consolidation du traitement dans les méthodes mixtes, ou en remplacement de l'attelle de Denis Brown dans la méthode Ponseti. Elles sont également utilisées dans les méthodes fonctionnelles dès la période de réduction afin de maintenir cette dernière. Elles sont confectionnées sur mesure par une équipe de kinésithérapeutes formés et nécessitent du matériel adapté. C'est pourquoi elles sont la plupart du temps réalisées par une équipe hospitalière.

Une bande de résine thermoformable est plongée dans de l'eau chaude. Cela ramollit la matière et permet le moulage sur mesure directement sur le membre inférieur de l'enfant. Il apparaît donc évident d'être très prudent en enfilant préalablement une chaussette protectrice sur la peau de l'enfant de façon à éviter tout frottement et/ou brûlures pouvant entraîner des problèmes cutanés (28).

En amont de la pose de la résine, le pied est placé dans la bonne correction et déjà maintenu par des bandes adhésives nommées aussi parfois « bandages de Finck ». Ils peuvent faire appel à des modèles de contentions clairement définis par des patrons de bandes de contentions. Ces bandages sont posés par-dessus une plaquette, placée sous le pied de l'enfant (38). Les plaquettes sont encore sujettes à la controverse quant à leur forme et à leur positionnement exact sous la voûte plantaire. Cette contention permet de contrôler les varus de l'arrière-pied et l'équin (38).

Dans ce type d'attelle il existe donc deux écoles : une moulée sur la jambe de l'enfant jusqu'au-dessus du genou afin d'inclure celui-ci dans la contention (attelle cruro-pédieuse), l'autre reste en-dessous du genou (attelle suro-pédieuse). Les défenseurs de l'attelle cruro-pédieuse avancent un manque de maintien de l'UTTFF si le genou est laissé libre, laissant ainsi la possibilité d'effectuer une micro-rotation (notamment via la fibula non fixée au niveau du genou) (20).

3. Synthèse du cadre théorique et problématique

Le pied bot varus équin est donc une déformation tridimensionnelle du pied commune qui reste idiopathique de nos jours lorsqu'elle n'est associée à aucune pathologie neurodégénérative (2,7). Elle concerne les naissances du monde entier. Il existe néanmoins une grande différence de prise en charge entre les pays développés et ceux qui le sont peu, ou en voie de développement, notamment due à un manque de ressources (financières, humaines et matérielles) (21).

Pourtant, une prise en charge des plus précoces, dans les premières semaines de vie, diminue largement le risque de répercussions fonctionnelles, qui peuvent être multiples. Il en ressort 3 principales méthodes de traitements dans lesquelles la place du kinésithérapeute varie (9).

Dans la méthode fonctionnelle, ou « French physical therapy », le kinésithérapeute a une place omniprésente dans la prise en charge de la pathologie puisqu'il est le principal professionnel engagé et acteur avec les parents de l'enfant. Les séances de kinésithérapie sont quasi quotidiennes ce qui fait du kinésithérapeute un des principaux garants de la bonne évolution du pied (5,9). Il intervient aussi bien lors des mobilisations, bien décrites de nos jours, que pour la confection des contentions utilisées (5). Cependant il est nécessaire de rappeler qu'il existe de nombreux protocoles différents dans cette même technique (22), c'est pourquoi ce travail ne visera pas à comparer cette technique aux autres mais plutôt à en reprendre simplement les principes fondamentaux afin de les inclure dans une méthode hybride.

La méthode Ponseti, apparaissant aujourd'hui comme la méthode mondiale de référence depuis une vingtaine d'années (22), engage une potentielle prise en charge kinésithérapique après un an de traitement par plâtres et contentions au minimum, si l'on se fie strictement à la description faite par le docteur Ignacio Ponseti (26). Il s'agit donc de la technique où le kinésithérapeute intervient le moins précocement, bien que cela dépende de son application pratique dans les différents centres de soins.

Les méthodes mixtes concernent toutes les autres méthodes alliant des éléments empruntés aux deux méthodes précédemment citées (9). Elles diffèrent toutes en fonction du précurseur de la méthode, et sont souvent désignées selon la ville originelle dans laquelle elles ont été mises en place et étudiées pour la première fois. L'origine est commune et a été pensée par la collaboration de tous les chirurgiens, mais les différences ont lieu sur des détails personnalisant chacun leur méthode. La méthode Dijonnaise fait donc partie de cette lignée, alliant l'intervention des chirurgiens, des pédiatres et enfin des kinésithérapeutes avec plusieurs séances hebdomadaires dès le retrait des plâtres entre 2 et 3 mois de vie. Ces méthodes multiplient donc les intervenants autour du patient et de ses parents ou tuteurs.

Toutes ces techniques de traitement peuvent être découpées en trois phases : la phase de réduction de la déformation, la phase de consolidation, et enfin la phase de surveillance (7). Concernant les techniques de Ponseti et la technique mixte Dijonnaise, le kinésithérapeute

intervient peu durant la phase de réduction puisque la pose de plâtre est réservée jusqu'à présent aux chirurgiens pédiatres. Le MK peut parfois intervenir afin d'aider le chirurgien au bon placement du pied lors de la pose du plâtre, voire même pour effectuer des mobilisations avant la pose (10).

C'est donc plutôt à partir du début de la phase de consolidation que le rôle du MK devient prépondérant car c'est durant celle-ci que les contentions sont les plus importantes et que l'observance a toute son importance. La stimulation des muscles éverseurs du pied devient également systématique. La phase de surveillance reste une phase peu étudiée puisqu'elle consiste simplement à surveiller la non-récidive de la déformation sur le long terme une fois la consolidation obtenue et cela apparaît rarement dans les études.

A partir de ces constatations, alors que le protocole de Ponseti simple apparaît comme une méthode efficace (21,22), quel serait l'intérêt de multiplier les intervenants précoces dans cette prise en charge, davantage à partir de la phase de consolidation ? Quels pourraient être les inconvénients et les avantages d'une telle démarche en sachant que les recommandations nationales, datant désormais de plus de 15 ans, ne tranchent en faveur d'aucune d'entre elles (9).

Quel(s) bénéfice(s) pour les patients et leurs parents ? Notamment concernant la réussite du traitement mis en place mais également dans son application pratique, pouvant impacter directement l'observance de celui-ci.

Nous avons vu que le kinésithérapeute intervenait plus ou moins précocement et à des fréquences variables selon les méthodes. Les contentions qu'il peut mettre en place ou fabriquer durant la phase de consolidation semblent toujours être centrales et déterminantes dans l'étude et la réussite de ces différents traitements (10,26). Les modalités d'utilisation de ces contentions varient de par les matériaux utilisés, la position du pied, la hauteur incluant ou non le genou ainsi que leur temps de port (26). Si une méthode mixte telle que celle appliquée à Dijon est étudiée, la phase de correction est la même que pour la méthode de Ponseti, c'est pourquoi ce travail ne portera pas sur cette phase mais uniquement sur les deux autres (phases de consolidation et d'entretien).

Le MK peut également, selon le protocole appliqué, être amené au contact des parents de manière plus ou moins fréquente (9). C'est un paramètre important concernant son implication dans la prise en charge pluridisciplinaire de cette pathologie.

Finalement, ce travail concernera l'analyse des avantages et des inconvénients de la mise en place d'une méthode mixte telle que la méthode Dijonnaise par rapport à la réalisation d'une méthode de Ponseti simple, à partir de la phase de consolidation, et plus précisément :

Quelles plus-values peuvent être apportées par l'association de la kinésithérapie au protocole de Ponseti pour le traitement des pieds bots varus équin idiopathiques ?

4. Méthodologie

4.1 Contexte de recherche

Ce travail de recherche a été initié après un stage qui a donné lieu à un premier questionnement. Ce questionnement révéla le manque de consensus entre les différentes méthodes de traitement des PBVE, tant sur un plan pratique que littéraire. Le but de cette méthodologie de recherche est d'analyser l'émergence des méthodes mixtes, et leur intérêt par rapport à une méthode de Ponseti simple, à partir de la phase de consolidation. Cette analyse se base sur des critères d'évolutions cliniques, fonctionnels et sociologiques, afin d'observer des éventuelles différences ou similitudes entre les deux techniques. Ces critères permettent de démontrer (ou non) la ou les plus-values d'un traitement mixte pour le patient et ses parents. Ils peuvent également orienter le choix de la thérapie par les professionnels concernés, en fonction de l'importance que ces critères représentent pour eux.

Les variables choisies afin de cadrer ces recherches et permettant la comparaison des méthodes sont **cliniques, fonctionnelles et sociologiques**. En effet la réussite des différents traitements (précédemment exposés) repose d'un point de vue clinique sur :

- Le **nombre ou le taux de récurrences** survenant tout au long du suivi de l'enfant,
- Le **taux de recours à la chirurgie** permettant la correction complète du pied,
- L'**évolution des scores cliniques** (Diméglio et Pirani), représentant l'évolution morphologique du pied (24).

Le critère fonctionnel est principalement évalué par les paramètres de **la démarche de l'enfant**. Ce critère est par conséquent évalué sur le long terme, lorsque l'enfant a la capacité de marcher et de comprendre des consignes. Le plus souvent, cette évaluation est faite sur des enfants de 4 à 6 ans.

Enfin, les variables sociologiques ; correspondant au versant « santé publique » de ces recherches ; étaient :

- **Les dépenses** liées au traitement, jouant directement sur la praticité et la bonne observance d'une méthode.
- Le **nombre de rendez-vous** médicaux et paramédicaux, qui augmente les dépenses de déplacement, de soins, et affecte l'observance.
- Le **nombre d'intervenants**, qui augmente les dépenses de santé et peut affecter le stress des parents et de l'enfant.
- L'**observance** des parents, qui est le premier facteur de récurrences quand elle concerne le port des contentions (4).

4.2 Bases de données

Les bases de données Science Direct et PubMed furent principalement utilisées entre octobre 2020 et septembre 2021. La base PEDro a, quant à elle, été brièvement utilisée pour une équation car elle manquait d'occurrences. Les équations utilisées avec ScienceDirect et PubMed ont toutes été rentrées dans la bibliothèque de Cochrane ne donnant qu'un seul résultat.

Au final, les bases de données utilisées étaient donc :

- **ScienceDirect** : car elle représente une quantité importante de revues pédiatriques, qui sont accessibles via le portail documentaire de l'université de Bourgogne.
- **PubMed** : car c'est la base de référence dans les sciences biomédicales, paramédicales et humaines. C'est pourquoi elle a été utilisée.
- **PEDro** : car c'est une des seules à être spécifiquement kinésithérapique avec une vision internationale recherchée.
- **Cochrane Library** : car sa bibliothèque contient une multitude de revues systématiques dans le domaine de la santé.

4.3 Elaboration des équations de recherche

4.3.1 Mots clés

Les mots clés ont été choisis grâce aux termes et variables en lien avec la problématique.

Une fois ces mots définis, des synonymes français et anglais ont pu être trouvés à l'aide du site **HeTop** en utilisant les Mesh Term, ou en réutilisant les **indexations** de mot clés de certains articles. Les mots trouvés via le site HeTop se trouvent à côté d'un « **H** » dans l'annexe VI. Les autres mots sont repris d'indexations d'articles.

L'expression « *méthode fonctionnelle* » a été utilisée dans le but d'indexer des techniques utilisant les mobilisations. Le groupe de mots « *triceps sural* » a été utilisé pour la recherche de réponses sur la fonction de ce muscle, sujette à la controverse en fonction des traitements.

Tous les mots clés ainsi que leurs traductions vous sont présentés dans le tableau en annexe VI.

4.3.2 Equations de recherches

Toutes les équations utilisées sont exposées dans le tableau en annexe VII

Les équations (7) et (8) n'ont pas été incluses dans ScienceDirect car elles indexaient trop d'articles dans cette base.

Le nombre total d'occurrences avec critères de sélection s'élevait à **286 articles**.

4.4 Critères de sélection et d'exclusion

4.4.1 Critères de sélection

Un des critères communs de sélection était la date de janvier 2004. En effet c'est la date de sortie des dernières recommandations nationales de Haute Autorité de Santé déjà exposées précédemment dans le cadre théorique. Les articles de ce travail ont donc tous été sélectionnés en aval de cette date clé. Les recommandation Hollandaises trouvées ne mentionnent pas les techniques fonctionnelles c'est pourquoi leur date n'a pas été retenue.

Plusieurs ressources disponibles uniquement en chinois, une autre en Tchèque, et n'étant malheureusement pas traduites en anglais n'ont, par conséquent, pas été retenues.

Lors des recherches avancées sur les bases de données PubMed et ScienceDirect, tous les mots clés représentant les PBVE (1^{ère} ligne de l'annexe VI) étaient recherchés dans le titre et/ou le résumé [**Title/Abstract**] des articles.

Quatre articles ont également été trouvés par lien bibliographique, ceux de : Rampal et al, Seegmiller et al, Zapata et al et Aulie et al.

4.4.2 Critères d'exclusion et d'inclusion

L'inclusion des articles s'est faite sur le principe que :

- Au moins un des **mots clés principaux** ; correspondant au 5 premières lignes du *tableau I* ; était présent dans le titre.
- L'article concerne la **bonne pathologie** c'est-à-dire les pieds bot varus équinus idiopathiques. Les articles concernant les PBVE mais également les déformations congénitales du pied de façon plus globale ont été inclus.

L'exclusion s'est basée sur :

- Les **populations** adultes.
- La mauvaise **pathologie** (arthrogrypose, accident vasculaire infantile, etc).
- Les **doublons** ont été également été supprimés.
- Articles **non accessibles**.

Soixante-deux articles étaient donc sélectionnés.

Après une première lecture des résumés, il apparaissait également que certains articles étaient trop globaux sur les déformations congénitales du pied et pas assez précis sur le sujet de cette revue. Certains concernaient les problèmes d'accès aux soins dans les pays en développement ; sujet certes intéressant mais ne concernant pas la problématique de ce travail.

Finalement, **20 articles** ont été inclus dans ce travail. Ceux-ci vous sont succinctement présentés en annexe VIII.

5. Résultats

5.1 La satisfaction et la compliance au traitement

La survenue des récurrences est liée à la compliance, et à la satisfaction ressentie des parents durant la période de consolidation, concernant le traitement : praticité de la mise en place de la contention, et sa tolérance par l'enfant (12,13,34,39–41), ce qui détermine son influence sur le traitement. Cette satisfaction est souvent objectivée par réponse à des questionnaires qui ne sont pas souvent validés et différents selon les études.

5.1.1 L'influence des contentions

Selon les contentions mises en place, peu importe le traitement choisi, la satisfaction et l'observance du traitement peuvent être modifiées, par :

- Une augmentation du risque de récurrences,
- Du coût global de prise en charge,
- Des déplacements (nombres et distance)
- De la tolérance de l'enfant à la supporter.

Plus précisément, un manque d'observance de la contention est constaté dans **90%** des récurrences survenant la première année de traitement (42).

Concernant la satisfaction au traitement, les études de Ganesan (43), Avilucea (13) et Seegmiller (42) concernent la mise en place d'une méthode de Ponseti. Cette méthode obtiendrait une satisfaction au traitement de plus de **90%** en moyenne (13).

Avilucea et al utilisent 2 questionnaires afin d'évaluer la satisfaction des parents au traitement de Ponseti, et de récupérer leurs données socio-environnementales. Le premier questionnaire utilisé était le « Pediatric Outcomes Data Collection Instrument » (PODCI). C'est un questionnaire validé recueillant la satisfaction des parents concernant les caractéristiques fonctionnelles de leurs enfants après le traitement. Il en ressortait :

- **94.9%** de satisfaction concernant la **douleur et le confort**
- **94.25 %** de satisfaction concernant la **fonction globale** de l'enfant
- **96.2%** de satisfaction concernant **les transferts et la mobilité** de l'enfant
- **91.9%** de satisfaction concernant **le sport et la fonction physique**.

Les résultats de ce questionnaire vous sont présentés en annexe IX. Le second questionnaire était créé spécialement pour l'étude afin de recueillir les données démographiques des parents, la compliance de la contention, la satisfaction du résultat final et la difficulté à se rendre au centre de

soins. Finalement, tous les groupes de cette étude retrouvent un haut niveau de satisfaction concernant la méthode de Ponseti.

Seegmiller et al (42) ont également objectivé la satisfaction des parents concernant le protocole de contention (avec application d'une attelle type mono-barre). Pour se faire, un protocole d'éducation thérapeutique a été instauré pour 30 parents composé de 2 sessions de 30 minutes. Durant la première session, les parents répondaient à un questionnaire afin d'identifier les principaux problèmes de compréhension qu'ils pouvaient avoir concernant le protocole de maintien. Par la suite, un professionnel de santé leur montrait la bonne mise en place de la contention et les laissait faire de même sur une poupée prévue à cet effet. Durant la seconde session, la même opération de mise et démise de la contention était répétée, puis le même questionnaire était de nouveau distribué. Ce protocole d'ETP a permis aux parents de (42) :

- Mieux comprendre l'importance de suivre le protocole de contention afin d'éviter les récurrences pour **70%** d'entre eux,
- Augmenter leur confiance en eux dans le suivi du protocole dans **67%** de cas,
- Augmenter leur confiance en eux à mettre correctement l'attelle dans **83%** des cas,
- Augmenter leur confiance en eux à repérer une attelle mal mise dans **77%** des cas.

On peut donc en conclure qu'un tel programme semble relativement efficace pour mettre en confiance les parents avec la bonne utilisation des contentions de leurs enfants.

La contention doit, pour tout traitement, être portée en moyenne 2 à 6 mois pendant 23 heures par jour, puis lors des périodes de sommeil pendant 2 à 5 ans (42,43). Nous avons vu qu'à l'origine, Ponseti préconisait 2 à 3 mois de port continu puis environ 3 à 4 ans en nocturne (26). Depuis, d'autres auteurs préconisent le port continu de l'attelle jusqu'à l'âge de la marche (43). Une étude de cette revue changeait l'attelle de Ponseti pour des attelles thermoformables fémoro-pédieuses pour 12% de leurs patients. Il apparaissait que cela changeait les modalités de correction du pied. Par exemple, la rotation externe était pour certaines contentions de 70°, quand elle oscillait entre 60 et 70° pour d'autres, ce qui peut modifier la satisfaction des parents au traitement (43).

Par ailleurs, la tolérance des contentions entre en jeu dans la satisfaction au traitement et dans la bonne observance. Les études montrent des défauts dans les attelles de DB en lien avec la survenue d'affection cutanées et de mauvaise tolérance (39,44).

En premier lieu, l'étude de Abdi et al (39) met en avant des déficits de compliance par la difficulté de l'enfant à supporter l'attelle. En effet, selon les auteurs, cela pourrait venir des restrictions de mouvements imposées par le port de l'attelle, qui pourrait parfois induire des irritations et des plaies cutanées. Ils ont donc développé une attelle de DB dite « en accordéon », avec une barre articulée à la place de la barre rigide présente dans les attelles classiques de DB ou PM. Elle met le pied en rotation externe de 70° et en dorsiflexion autant que possible et permettrait à l'enfant les « *kicks* » naturels (39).

De même, une autre étude de Zionts et al (44) soutient le défaut de tolérance en comparant les résultats entre l'attelle de DB et de PM. L'attelle de PM est similaire à celle de DB mis à part que l'intérieur et la semelle de la botte sont en caoutchouc doux, avec des sangles en cuir afin de

placer correctement le pied (44). Les pieds doivent être placés à largeur d'épaules. Cette attelle serait bien tolérée par l'enfant. Cependant, ils n'ont pas observé de différence significative entre l'attelle de DB et celle de PM, à part que l'utilisation de la seconde serait plus simple.

Concernant la FPT, les contentions thermoformables utilisées, pouvant également faire partie des méthodes mixtes, mises en place par Rampal et al (12) et associées aux manipulations ont permis d'obtenir des bons à très bons résultats dans 88.2% des cas au score de Ghanem et Seringe. C'est un score sur 100 points qui paraît être complet car il comprend un versant de satisfaction au traitement ; cependant, cette variable de satisfaction semble noyée parmi des variables fonctionnelles et radiologiques.

Il faut aussi tenir compte des contentions appliquées. Les contentions étaient décrites comme fémoro-pédieuses avec plaquettes à bords droits et strapping au préalable avec des bandes non extensibles afin de maintenir le pied dans sa position de correction, pendant les 6 premiers mois de traitement (12). Ensuite, les attelles étaient réduites en-dessous du genou la nuit. Dans la méthode de Montpellier décrite par Canavese et Diméglio, les attelles sont en résine et moulées sur bandages, ouvertes latéralement et ne prenant pas le genou (34).

Dans les essais de méthode mixte de Canavese et al (10), il est difficile d'analyser la compliance et l'observance car elles ne sont jamais évoquées dans ces études (10,11). Les contentions mises en place par le kinésithérapeute correspondaient au placement du pied dans une orthèse rigide avec le genou fléchi à 90°, en accentuant sur la dérotation du BCP. Ensuite une attelle de PM était prescrite à temps plein pendant 1 an puis pendant les temps de sommeil jusqu'à l'âge de 4 ans.

Les appareillages appliqués à partir de la phase de consolidation sont encore largement controversés, peu importe la technique choisie. Cependant les attelles de PM tendent à montrer de bons résultats concernant les résultats de compliance mais également de satisfaction chez les parents grâce à des matériaux plus adaptés. Leur utilisation permet un placement de pied et de la hanche en rotation externe de 70° et en flexion dorsale de cheville maximale.

La satisfaction des parents semble être toujours correcte voir très bonne concernant les traitements et leurs résultats, même si elle peut être diminuée par la contention mise en place.

5.1.2 L'observance des parents

L'utilisation et la satisfaction globale des parents autour des contentions influent directement leur observance concernant le bon port de celles-ci. Elle est souvent définie différemment ce qui rend compliqué l'analyse réelle de l'observance ; sachant que les contentions doivent être portées le plus possible, même lorsque le pied obtient une morphologie d'apparence corrigée.

Les recommandations nationales françaises évoquent l'importance du contact avec les parents, notamment pour l'information de la pathologie et des traitements, qui permettrait une meilleure collaboration dans le traitement, par une meilleure gestion de l'impact psychologique à l'annonce de la pathologie. Elles évoquent notamment : « *[la] régularité aux consultations de surveillance ou de traitement ; surveillance de la tolérance et du positionnement des contentions ou plâtres ; possible participation à la mise en place des contentions et aux mobilisations [...]* » (9). En effet, dans plusieurs études les parents étaient informés sur les traitements et sur l'importance de la compliance de la contention choisie selon le traitement (13,39,41).

Des résultats concernant l'observance n'apparaissent que dans l'étude de la méthode de Ponseti car aucun article à propos de la méthode hybride ou fonctionnelle ne présentait de résultats de compliance. Dans les études sur Ponseti, la compliance atteint **en moyenne 65%** avec des attelles d'abduction (FAB) (41,44,45).

Trois études mentionnent l'importance des informations données aux parents, permettant une meilleure observance de l'attelle (13,39,41). Dans l'étude d'Abdi (39) et al, les parents étaient informés sur la bonne utilisation et le bon positionnement du pied dans l'attelle. Leur contention « en accordéon », déjà décrite, permettrait de réduire le pourcentage de non-compliance, qu'ils estiment entre 30 et 40% pour une attelle de DB classique.

Le protocole d'attelle peut également être donné par le médecin et l'importance de la compliance être rappelée à chaque visite de contrôle (13,41). Des sites de renseignements sont parfois donnés sur les traitements chirurgicaux et la méthode Ponseti en plus des explications orales (13). Les explications de l'étude de Avilucea et al insistaient largement sur la compliance nécessaire concernant l'attelle d'abduction avec Ponseti. Les parents prenaient par la suite la décision du traitement à mettre en place. Haft et al observe 51% de compliance à l'utilisation de l'attelle d'abduction par les patients pendant la première année (41). Panjavi et al rapporte 30 pieds avec des défauts de compliance au traitement soit 23.3% avec l'application d'un traitement strict par Ponseti (45).

Zionts et al (44) rapportent un taux de 40% de mauvaise compliance, communiqué par les parents autour de 13,1 mois après le début de port d'une attelle de PM.

La publication de Morgenstein et al (46) analyse le lien entre le temps de port de l'attelle rapporté par les parents et le temps réel de port d'attelle après une méthode de Ponseti. Le temps réel de port est recensé par le placement de capteurs dans les bottes de l'attelle DB mise en place. Cependant, les parents ont rapporté que les capteurs rendaient l'attelle plus lourde et moins facile d'utilisation ce qui consiste un biais. Cela ne reproduit donc pas les conditions réelles de port. Dans ce protocole, beaucoup de parents ont abandonné au cours de l'étude. Au final, pour les patients ayant pu être suivis 3 mois consécutifs, il y avait une diminution significative du temps de port de l'attelle avec le temps.

Par ailleurs, des facteurs socio-environnementaux peuvent également entraver la compliance de l'attelle (13). Un lien particulier est observé entre compliance et distance séparant le domicile des parents du centre de soins. L'étude de Avilucea et al forme deux groupes : un dit « urbain » et un dit « rural » qui étaient définis comme habitant respectivement à moins de 121 kilomètres du centre de soins ou plus de 121 kilomètres. Les données socio-économiques des parents étaient également recueillies comme le statut marital ou non et leur niveau d'éducation scolaire. Ils ont observé une meilleure amélioration du score de Pirani à la fin du suivi pour le groupe urbain avec une différence significative du nombre de récurrences et de l'utilisation de la contention entre les groupes urbain et rural. Vingt-cinq patients avec des contentions portées en discontinu ont récidivé : 18 ruraux et 7 urbains. Pourtant, il n'y a pas eu de différence de satisfaction des parents entre les deux groupes. Ils ont également remarqué que les parents avec **moins de revenus, séparés**, ou avec un **niveau scolaire** s'arrêtant au lycée ou moins, présentaient un risque augmenté de récurrences. Selon le questionnaire envoyé aux parents après 2 ans de traitement, les critères de non-compliance ressortant le plus étaient à cause d'un **enfant trop agité** et ayant pour cause l'attelle. D'autres ont rapporté ne pas avoir conscience de l'importance de la rigueur dans l'application de la contention malgré les explications délivrées au début de l'étude. Une **déformation d'apparence réduite** pouvait également faire baisser la compliance d'après eux, c'est-à-dire qu'avec le temps les parents avaient l'impression que la déformation était moindre et donc voyaient probablement moins l'intérêt de la contention. (13)

En conclusion, nous constatons un défaut de compliance dans chacune des études. Cependant celle-ci est largement étudiée avec le traitement de Ponseti avec une attelle de DB ou PM, et très peu sur d'autres types d'attelles. Les études montrent **20 à 50%** de défaut de compliance avec la méthode de Ponseti avec des facteurs socio-économiques qui entrent en jeu tels que : la distance entre le centre de soins et l'habitat des parents, la situation maritale ou encore les revenus.

Le recul avec l'application d'une méthode mixte n'est pas assez important pour conclure ou non sur le niveau de compliance par rapport à celle rapportée avec la méthode Ponseti.

5.1.3 Les mobilisations articulaires et stimulations musculaires

Comme rapporté précédemment, les mobilisations passives et actives sont bien décrites dans la littérature et ne donnent aucune place au doute dans les recommandations françaises. Les mobilisations actives (ou actives-aidées) ; correspondant donc principalement à la stimulation des muscles éverseurs ; sont aussi indispensables. Cependant, les moyens et modalités utilisés pour ces mobilisations sont encore en cours d'étude afin qu'elles soient les plus efficaces possibles.

Ces mobilisations dépendent ici encore de la compliance par la présence aux rendez-vous, et parfois de la réalisation de programme à domicile (en plus des séances).

Ces programmes à domicile pourraient apporter les mêmes résultats que si on y ajoutait des séances quasi-quotidiennes de mobilisations professionnelles (47). Un exemple est décrit par l'étude de Nilgün et al (47) où l'observance concernait la mise en pratique d'étirements à faire par les parents chez eux. Dans le programme mis en place, il y avait un groupe cas exposé à une stimulation importante des muscles éverseurs et un groupe témoin qui était constitué avec un traitement « à la maison » d'étirement correctement présentés et appris aux parents concernés. Ces exercices devaient être faits quotidiennement, 3 fois par jour à raison de 20 répétitions pour chaque étirement. Finalement, les auteurs ne tranchent pas sur la façon la plus efficace de maintenir la correction de la déformation après l'application d'une méthode de Ponseti, entre leur programme de stimulation et des étirements à réaliser à la maison (47).

Cet article (47) décrit secondairement un traitement comprenant une rééducation intensive avec des manipulations des articulations subtalaire, tibio-talaire et du médio-pied et des étirements médiaux et postérieurs de la cheville. Ce programme comprend également des séances d'EMS avec un courant pulsé galvanique à haute intensité sur le groupe musculaire des éverseurs. Le programme était mis en place pendant 1 mois à raison de 5 séances complètes par semaine en plus des exercices à faire par les parents de leur côté. Les résultats de cette étude n'ont pas été très concluants, ne trouvant aucune différence significative entre les deux groupes. Les auteurs précisent cependant que les sévérités initiales des déformations étaient plus élevées dans le groupe inclus dans le programme de rééducation.

En lien avec les mobilisations actives et la stimulation musculaire, la **faible activité des muscles éverseurs** est un des facteurs prédictifs des récives (après un défaut de compliance de la FAB)(48).

Little et al (48) ont étudié la force des éverseurs : les muscles long, court et troisième fibulaires. Avec la mise en place d'un traitement par Ponseti, 76 de leurs patients avaient une bonne activité musculaire des éverseurs contre 28 avec une pauvre activité. Cette activité a été évaluée par une analogie au score de Pirani pour le groupe musculaire des éverseurs.

Aucun des patients avec une bonne activité n'ont présenté de récives. En revanche, **67,9%** des patients à **faible activité musculaire ont récidivé**, et **50%** d'entre eux ont nécessité une **chirurgie compensatrice**. Cette étude estime qu'il n'y avait aucune différence entre les deux groupes (bonne activité et faible activité musculaire) concernant l'âge, le sexe, le score de Pirani initial, la TPCA, ou encore la compliance de l'attelle (48).

Certains auteurs s'essayent à savoir si l'application de mobilisations à domicile par les parents améliore les résultats du traitement par Ponseti (qui correspondrait donc à notre méthode mixte), mais les résultats ne sont pas très concluants. Cependant, concernant les mobilisations actives, il semblerait que la **stimulation précoce des éverseurs** afin d'obtenir une bonne activité musculaire pourrait réduire le risque de récives. Des études de plus grandes ampleurs sont nécessaires.

5.1.4 Le nombre de rendez-vous

Un autre paramètre à prendre en compte concerne le nombre de rendez-vous médicaux et paramédicaux. En effet, celui-ci peut également influencer l'observance au traitement. Cependant, cette variable n'est jamais prise en compte dans les études. Il n'y donc aucun résultat disponible pour aucune des méthodes concernant l'influence du nombre de rendez-vous sur l'observance du traitement.

Pourtant, les rendez-vous avec la FPT sont quotidiens afin que le kinésithérapeute puisse réaliser les manipulations nécessaires à la réduction progressive de la déformation (12).

Ensuite, les contrôles sont effectués par un médecin à 3 mois, puis tous les 4 mois jusqu'à l'âge de 3 ans afin de surveiller la déformation et prévenir les récives. Ensuite ils sont espacés tous les 6 mois de 3 à 4 ans, puis tous les ans jusqu'à la maturité (la définition de la maturité n'est pas définie dans le protocole de la Société Française d'Orthopédie Pédiatrique (SOFOP) (26).

Pour une méthode mixte comme celle décrite dans les études de Canavese et al, les rendez-vous initiaux étaient similaires à ceux de Ponseti pendant la période de plâtres. Par la suite, les contentions de PM étaient portées, plaçant le pied de l'enfant en rotation de 60 à 70°. Des manipulations sont réalisées 3 à 5 fois par semaine pendant 1 an environ par un kinésithérapeute formé. Les séances se poursuivaient après la marche, 2 fois par semaine pendant 1 an à 1,5 an, et enfin 1 fois par semaine jusqu'à 4 ans (10,11).

Les étirements devaient être réalisés par les parents dans le groupe témoin de l'étude de Nilgün et al. Cela permettait la réduction des rendez-vous en centre de soins qui devaient être de 5 fois par semaine lorsque ceux-ci étaient réalisés par le kinésithérapeute. (47)

Le nombre de rendez-vous impose des dépenses de déplacement entrant en jeu dans la compliance et la praticité d'un traitement. La Ponseti est la méthode présentant le moins de rendez-vous hebdomadaires, ce qui limite les déplacements. Quant à la méthode mixte, elle nécessite plus de déplacements pour se rendre aux séances de kinésithérapie plusieurs fois par semaine en plus des rendez-vous hospitaliers.

5.2 Les paramètres cliniques du traitement

Pour objectiver la réussite et les avantages d'un traitement, des variables pratiques sur lesquelles baser le raisonnement clinique sont nécessaires. Dans ce travail, l'évaluation s'appuie

sur des critères cliniques et morphologiques représentés par les scores de Diméglio et Pirani, les récurrences et déformations secondaires et le taux de recours à la chirurgie. Les critères fonctionnels sont retrouvés sur les études menées à plus long terme permettant l'évaluation de la qualité de marche et de ses paramètres.

5.2.1 Les scores de Diméglio et Pirani

Les scores de Diméglio et Pirani servent à suivre l'évolution de la réduction de la déformation, ou la survenue de récurrences. Ils peuvent donc objectiver la réussite d'un traitement et les comparer en fonction de celui qui réduit le mieux la déformation, et maintient cette réduction. Seule la méthode de Ponseti expose des résultats chiffrés de ces scores.

L'évolution de la classification de Diméglio peut être analysée via les résultats des articles de Ganesan et al (43). Ils rapportent, avec l'étude de Mohammed Hallaj-Moghaddam et al (49), un score initial moyen de 16 (± 3.4), correspondant à des déformations sévères et très sévères. La moyenne du score final était de 1.6 (± 6.2) pour un suivi chez des enfants de 5 mois à 6 ans. Ils résument ces résultats avec 87 à 91.7% de bonne correction et seulement 27.1% de récurrences tout au long du suivi. Cette revue (43) comporte également une étude utilisant le score de Pirani exposant un score initial moyen de 5.17 (± 0.62), et un score final de 0.49 (± 0.42). Ces études montrent donc une excellente correction de la déformation avec la méthode de Ponseti sur des déformations importantes.

L'étude de Avilucea et al (13), qui compare des facteurs socio-environnementaux, utilise le score de Pirani avec la méthode de Ponseti. Leurs résultats permettent d'objectiver le traitement Ponseti mais également la différence entre leurs groupes rural et urbain (± 121 km entre l'habitat et le centre de soins). Les scores initiaux moyens étaient de 4.8 (± 0.8) pour le groupe urbain et 4.7 (± 0.7) pour le groupe rural. L'évolution finale démontrait un score de 0.9 (± 0.5) pour le groupe urbain, et de 2.1 (± 1.7) pour le groupe rural.

La méthode fonctionnelle donne une bonne évolution du score de Diméglio avec l'étude de Rampal et al, qui ne donne pas de chiffre exact mais conclut à plus de 90% de bons à très bons résultats selon le score de Diméglio initial (12).

L'évolution des scores confirme l'efficacité de la méthode de Ponseti. Ces scores ne tranchent toujours en faveur d'aucune des deux méthodes de traitement principales (Ponseti et fonctionnelle). Les résultats mettent en valeur une moins bonne évolution de ces scores liés à des facteurs socio-environnementaux.

5.2.2 Les récidives et déformations secondaires

Les récidives sont les principaux problèmes dans le traitement des PBVE. En effet, malgré de bons résultats avec la méthode de Ponseti, les récidives apparaissent encore dans environ 40% des cas avec ce traitement (44,48).

Certains auteurs récents observent une légère diminution comme Panjavi et al qui rapporte 18.6% de récidives 13.7 mois (en moyenne) au dernier suivi (45). Cinq études de la revue de Ganesan et al rapporte tout de même un taux de réussite de la méthode Ponseti d'en moyenne 96% pour un temps de suivi d'une moyenne de 36,2 mois. (43)

Le fait le plus affirmé jusqu'ici par un nombre assez important d'auteurs est que la non-observance des contentions augmente le risque de récidives. En effet, ce facteur représenterait 78% des cas de récidives d'après la revue systématique de Ganesan et al (43). Les études de Abdi et al, et Zions et al, confirment ce fait.

D'après eux, avec un taux de récidives de **7,5%**, **plus de la moitié** de ce pourcentage faisait partie du groupe identifié comme non compliant ; qui représentait 10,3% de leur échantillon (39). Zions et al confirment cela avec un taux de récidence de **48%** à 24,3 mois de vie en moyenne, qui serait hautement lié à la situation divorcée des parents influençant la compliance. En effet, ils déclarent :

- 25 pieds non compliant sur les 40 qui ont récidivés ➔ 62.5%
- 9 pieds non compliant chez les 44 qui n'ont pas montrés de récidives ➔ 20.45%

Ce manque de compliance peut provenir de plusieurs facteurs déjà exposés précédemment. En effet, parmi les facteurs qui ressortent ici nous pouvons citer : l'environnement socio-économique des parents, de faibles revenus, une mauvaise expérience des professionnels dans la confection des attelles, des contentions s'arrêtant en-dessous du genou, associées à une mauvaise position du pied dans celles-ci, et enfin les TPCA mal exécutées. Tous ceux-ci pourraient influencer la compliance et l'observance du traitement (43). Il pourrait également être dû à des irritations de la peau à cause de restriction de mouvements dans l'attelle (39).

Canavese et Diméglio citent une étude de Richards faite en 2008 qui compare les résultats entre la méthode Ponseti et la FPT (50). Il apparaît que ces deux méthodes donnent les mêmes résultats à court terme, avec des taux de récidives respectivement de 37% (MP) et 29% (FPT)(50). Un traitement croisé entre ces deux méthodes s'est montré bénéfique bien que le risque de procéder à une libération postéro-médiale secondaire n'est pas écarté, dans les cas où les familles ne parviennent pas à maintenir le gain à cause d'un défaut de compliance (34).

L'étude de Rampal et al, malgré de très bons résultats estimés, a repéré plusieurs déformations secondaires au traitement par FPT. En effet, ils décrivent au dernier suivi (14,9 ans) (12):

- **50%** d'aplatissement du dôme talaire,
- **45%** de raideur de l'articulation subtalaire,
- **50,9%** des pieds avec une amplitude en dorsiflexion inférieure à 10°.

Diméglio et Canavese (34) précisent que, dans l'application d'une FPT, la face plantaire du pied doit bien être maintenue à plat afin d'éviter une extension du médio-pied pouvant aboutir à une correction en pied convexe. De plus, la supination ne doit pas être corrigée en abaissant le 1^{er} métatarsien car cela augmente le cavus par une flexion du médio-pied.

Les plaies cutanées font leur apparition lors de la mise en place des contentions. L'attelle de DB est plutôt mal tolérée par l'enfant selon Zions et al (44). Elle provoquerait des affections cutanées faisant diminuer la tolérance de l'enfant et par conséquent, l'observance du traitement par les parents. Avec l'application d'une attelle de PM, il est apparu des problèmes cutanés pour 14% de leurs patients, pouvant provoquer un déficit de compliance de l'attelle afin de soigner les plaies (44). Singh et al ont repéré 3 affections cutanées mineures avec les strapping initiaux sur les 385 pieds étudiés (31).

Les méthodes de Ponseti et fonctionnelle ne se différencient toujours pas significativement concernant les taux de récurrences qui oscillent entre **30 et 40%** selon les études. Les déformations secondaires semblent être davantage évoquées lors de la présence de mobilisations puisque, si elles ne sont pas correctement effectuées, celle-ci peuvent entraîner des déformations secondaires, notamment en pieds convexes. Enfin les affections cutanées restent rares et sont souvent liées au placement de la contention et à ses matériaux.

5.2.3 Le recours à la chirurgie

Il existe plusieurs types de chirurgie concernant les PBVE : les chirurgies mini-invasives comme la TPCA, ou les chirurgies plus invasives qui correspondent à des libérations des nœuds fibreux. Ces libérations peuvent être complètes, dites postéro-médiales, ou partielles, dites postérieures. Elles correspondent à la libération de nœud fibreux et la plupart sont effectuées au cas par cas en fonction de la sévérité de la déformation et des récurrences de celle-ci ; sauf pour la TPCA qui est par exemple presque systématiquement incluse dans le protocole de Ponseti (2).

La TPCA reste aujourd'hui encore controversée car elle provoquerait une insuffisance tricipitale à long terme (51). Certains auteurs comme Franck Chotel et Philippe Wicart tendent

même à dire qu'elle ne montre pas tant de bénéfice en flexion dorsale de cheville à long terme (52). Cependant, cela est souvent peu vérifié.

Dans l'étude de Rampal et al (12), l'insuffisance tricipitale était inférieure à 2%. Elle était évaluée au dernier rendez-vous de suivi, grâce au score radiologique de Ghanem et Seringe. Ce score est basé sur 100 points dont : 40 concernent la morphologie du pied, 10 points sur la satisfaction des parents et du patient et 50 points attribués à la fonction du pied dont 12 centrés sur le triceps sural, évalué par des sauts monopodaux. L'étude soutient que ce score serait l'un des plus objectif car seulement 30% des points du barème sont considérés comme étant des points subjectifs (12). Cet acte mini-invasif prendrait en moyenne 6 à 11 minutes d'intervention (43).

Ganesan et al (43) trouvent un recours à la TPCA dans 70 à 95% des cas lors de l'utilisation d'une méthode de Ponseti. Cependant, environ 95% des pieds n'ont pas eu besoin d'un recours à une libération postéro-médiale montrant un recours à la chirurgie libératrice dans seulement 2 à 5% des cas.

La TPCA était pratiquée de 2 à 3 mois s'il y avait des résidus de plis, d'équin, ou encore s'il manquait un écart de convergence entre le calcaneus et le talus sur les suivis radiographiques dans l'essai de la méthode mixte de Canavese et al (10). Quatre-vingt-cinq pieds ont subi la TPCA lors de cette étude et ils ont obtenu une moyenne de flexion dorsale de cheville à 20° au dernier suivi. Huit pieds ont nécessité une reprise chirurgicale sur les 92 inclus représentant 8,7%. (10)

L'étude de Pajavi et al (45) soutient cette idée car selon leurs résultats, la TPCA après application d'une méthode de Ponseti n'avait aucun effet négatif sur la force du muscle. Quatre-vingt-treize pourcents de leurs patients en ont subi une sans complications observées par la suite.

Par ailleurs, avec la méthode FPT de l'étude de Rampal et al (12), associée à des attelles thermoformables confectionnées par le kinésithérapeute comme explicité précédemment, 45,5% des pieds ont eu recours à la chirurgie sur le total d'un suivi en moyenne de 14,9 ans, sur 187 pieds traités. Il faut noter que ces chirurgies entraînaient des douleurs après une activité sportive intense dans 24% des cas. Canavese et al (10) ajoute que des études de Seringe et Richards sur la FPT démontraient qu'elle était plus efficace sur des pieds évalués comme peu sévères. En effet, elle engendrait des libérations chirurgicales postérieures sur pieds plus sévères à la naissance.

Les pieds ayant nécessité un recours à la chirurgie semblent montrer des déficit d'équilibre pour l'enfant au long terme par rapport à ceux n'en ayant pas eu besoin (53). Jeans et al (19) observent une diminution de la force en flexion plantaire et en flexion dorsale de respectivement 15% et 6% chez les patient de plus de 10 ans, ayant subi une chirurgie libératrice intra-articulaire (postéro-médiale) par rapport au patient ayant juste subi une libération postérieure.

Il est désormais de rigueur de limiter au maximum le recours à la chirurgie invasive. La méthode de Ponseti permet un moindre recours mais elle affiche environ 80 à 90% de recours à la TPCA. Cette constatation fait pencher la balance en faveur de la réalisation de la TPCA dans tous les traitements. Celle-ci éviterait le recours à des chirurgies plus lourdes, qui entraînent par la suite, plus de gênes fonctionnelles chez les patients.

5.2.4 Analyse de marche au long terme

Enfin, beaucoup d'auteurs étudient désormais les paramètres cinématiques et fonctionnels de la cheville, notamment à la marche, après traitement pour un ou des PBVE. Les différents paramètres étudiés peuvent donc être : la vitesse de marche, la longueur du pas et les phases de simple et double appuis avec les moments de force correspondants, etc. (54,55).

Il semblerait que les enfants ayant été traités montrent de manière globale, de moins bonnes amplitudes, force et agilité de cheville par rapport à des enfants « sains » (53,55,56). La méthode fonctionnelle (quand elle est réalisée avec TPCA) montre de meilleurs résultats fonctionnels à long terme (40,53).

D'autres études utilisent un outil d'évaluation nommé le « Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, 2^{ème} édition » (BOT-2) (57). Le BOT-2 est un kit d'outils et d'échelles payant, qui sert à évaluer la motricité fine et globale des enfants. L'évaluation est découpée en 4 zones motrices, avec 8 sous-tests, comprenant 53 items au total. Les items intéressants concernant le PBVE seront ceux sur la motricité globale, à savoir (57) :

- La **coordination corporelle** (coordination bilatérale et équilibre)
- La **force et l'agilité** (force, vitesse et agilité à la course),

Zapata et al (53) ont mené l'évaluation par BOT-2 sur des enfants d'une dizaine d'années ayant été traités par une méthode de Ponseti ou par la FPT. Après analyse de leurs résultats, ils ont trouvé de **meilleurs résultats de coordination corporelle et de force et d'agilité** chez les enfants traités **par la FPT**. Les chiffres de l'étude vous sont exposés dans le tableau suivant :

Tab. I : résultats de l'étude de Zapata et al (53)

	FPT	Ponseti
Coordination corporelle	46.9 % (± 30.6)	36.9 % (± 30.1)
Force et agilité	59.9 % (± 27.0)	47.4 % (± 29.1)

Ils ont également retrouvé un score significativement diminué pour des PBVE bilatéraux par rapport à des unilatéraux et le même résultat pour des pieds ayant eu besoin de chirurgies libératrices (53).

Des résultats contradictoires ont été retrouvés dans l'étude Gottschalk et al (40), qui tentait de démontrer qu'aucune des deux méthodes entre Ponseti et la FPT ne donnait de différence sur la marche d'un enfant. Parmi les deux groupes, **82% du groupe Ponseti** ont montré une **mobilité de cheville normale** à la marche contre **48% du groupe FPT**. Cette différence serait due à la réalisation ou non de la TPCA, ce qui a amené Diméglio à associer presque systématiquement une TPCA dans sa FPT désormais (40).

En effet, 17 pieds ont été traités par Ponseti et 23 pieds par la FPT, qui ont respectivement subi 7 et 3 TPCA. Parmi eux, 1 pied dans le groupe Ponseti et 4 pieds dans le groupe de la FPT ont eu un équin résiduel.

Lööf et al (55) ont mené une étude similaire utilisant l'évaluation des paramètres de marche par un système 3D 8-camera system (Vicon, Oxford Metrics, Oxford), et des indexs de déviation. Les enfants de cette étude étaient traités par Ponseti pour la réduction, mais par des attelles thermoformées en-dessous du genou pour la phase de maintien (pouvant correspondre à la méthode Dijonnaise). Aucune différence n'a été trouvée entre les PBVE unilatéraux et bilatéraux. Cependant une **différence significative** a été retrouvée entre le groupe PBVE et le groupe contrôle (patients sains). Le groupe PBVE avait **une diminution de force à la cheville de 24%** par rapport au groupe contrôle, ce qui explique la réduction de 21% concernant la capacité de marche.

C'est dans l'optique d'améliorer les paramètres cinétiques et cinématiques, que les auteurs Taracki et al (58) ont développé un programme de kinésithérapie intensif en 3 phases après un traitement par Ponseti complètement terminé, mettant en avant les mobilisations passives, étirements, mobilisations actives-aidée et stimulations musculaires. Ceci pourrait s'approcher d'une méthode mixte, la seule différence étant les moments d'intervention. En effet, ce programme est mis en place chez des patients ayant en moyenne 7,26 ans. Cela signifie donc que ces patients sont sortis de la phase de consolidation et sont passés dans la phase dite « d'entretien et de gestion des récides » (7). Le programme kinésithérapique est exposé dans le schéma (*Fig. 1*) ci-dessous :

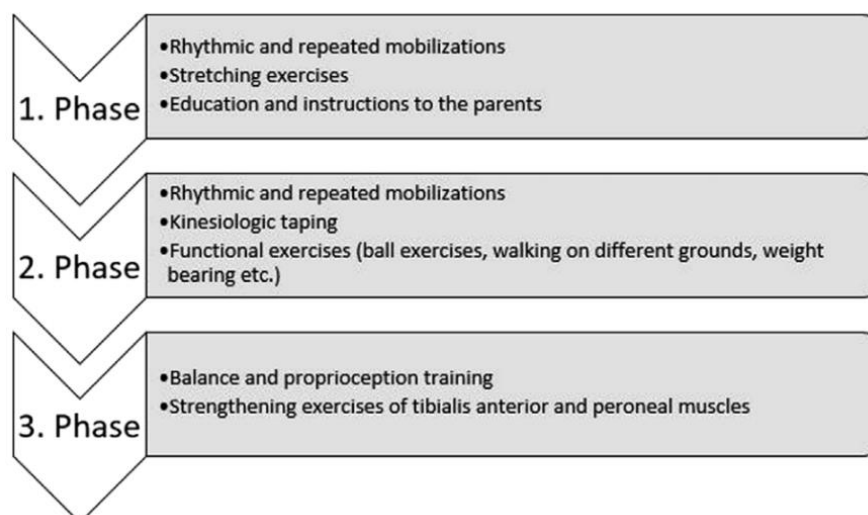


Fig. 1 : programme de kinésithérapie en trois phases (58).

Chaque phase ci-dessus correspond à 1 mois de séances de kinésithérapie et d'exercices à domicile. Cette étude montre une nette amélioration des amplitudes articulaires mesurées par goniométrie notamment avec un gain moyen de **9° en flexion dorsale et 12° flexion plantaire**. Les tests du « *one leg sand test* » et « *sit and stand test* » ont également été utilisés et améliorés sur le plan fonctionnel. De plus, la satisfaction au traitement a été améliorée à la fin du programme (58).

Toutes les études analysant la marche semblent montrer une nette amélioration des paramètres de force et de mobilités de cheville lorsque celles-ci subissent un traitement comprenant les mobilisations passives et actives, associée à la réalisation en amont d'une TPCA. Il semblerait donc que le fait de les associer à une réduction par Ponseti permettrait d'allier bonne correction et bonne fonction du pied.

6. Discussion

6.1 La satisfaction et la compliance au traitement

Il est désormais reconnu que la compliance aux contentions, qui doivent être portées correctement jusqu'à l'âge de 4 ans minimum, est le facteur principal en cause dans l'apparition de récidives et, par conséquent, dans l'augmentation du recours à la chirurgie. La contention est donc une partie très importante dans le traitement et il est primordial de transmettre le message aux parents ou tuteurs de l'enfant. Cependant, les dernières recommandations nationales de la HAS n'insistent pas sur ce point et décrivent que très peu la bonne mise en place des contentions par les parents. Finalement, elles incitent simplement à l'information, sans réellement définir les bonnes conditions de mise en place de ces contentions (9).

Par ailleurs, un autre aspect limite la comparabilité des études quant à l'évaluation de la compliance. En effet, nous verrons que le niveau d'«exigence» pour juger de la bonne compliance ou non aux protocoles des contentions, varie d'une étude à l'autre.

6.1.1 L'influence des contentions

Il apparaît clairement que le type de contentions utilisées dans le traitement des PBVE, peu importe la méthode, ne fait preuve d'aucun consensus entre les différents auteurs. Ce constat avait déjà été fait dans les dernières recommandations nationales (9), il y a donc plus de 15 ans maintenant. En effet, plusieurs éléments diffèrent d'une contention à une autre.

Par exemple, nous avons vu que Ganesan et al (43) précisent que les degrés de rotation externe dans les différentes contentions utilisées dans les études consistant leur revue systématique n'étaient pas les mêmes. En effet, même si elles sont proches, l'oscillation de 60 à 70° pourrait changer la compliance et donc le risque de récidives de la déformation, indépendamment de la surveillance des parents.

Toujours concernant la position des contentions, dans beaucoup d'études le genou était placé à 90° lors de pose d'attelle dites unilatérales, comme les thermoformées. Mais, le triceps sural pourrait alors s'atrophier et une réduction de sa longueur peut être un facteur d'équin résiduel selon George et al (51). De futures études centrées uniquement sur l'analyse des fibres musculaires tricipitales pourraient permettre de mieux répondre à ce non-consensus concernant certaines modalités du placement sous contention, notamment concernant la flexion de genou. Ce thème d'étude pourrait également permettre d'affirmer ou d'infirmer le réel bénéfice de l'application d'une TPCA.

En effet, les attelles thermoformées étant unilatérales, elles ne peuvent reposer sur le principe de « kicking » déjà évoqué (utilisé dans les attelles de PM ou DB). Dans ce cas, le verrouillage de la position du genou serait justifié même si celui-ci diminue la liberté de mouvement de l'enfant.

Cependant, ces attelles permettraient un moulage « sur mesure » à chaque enfant et à sa déformation. De plus, lors de l'utilisation d'une orthèse unilatérale (UFAO) le dynamisme semble faire ses preuves (31,59)

Par ailleurs, concernant la « Foot Abduction Brace » (FAB) ; qui correspond à l'attelle mono-barre ; elle diminue les récurrences mais coûte chère et elle diminue l'intervention du kinésithérapeute qui n'aura alors pas à confectionner les attelles. Ensuite, lors du suivi nécessaire au bon maintien de la correction, celui-ci peut être plus coûteux car il faudra changer de bottines en fonction de la pointure de l'enfant, par rapport à des attelles thermoformées. L'alternative de la DB en « accordéon » (39) est malheureusement analysée sur un trop petit échantillon, peu représentatif avec un suivi dans le temps légèrement trop court, ce qui confère aux résultats de cette étude un faible niveau de preuve.

En France, les kinésithérapeutes peuvent se former dans la confection d'attelles thermoformées pour la correction des PBVE (60). Les attelles type « mono-barre », quant à elles, sont inscrites sur la Liste des Produits et Prestations Remboursables (LPPR) par l'assurance maladie (Améli) (61). La liste mise à jour au 1^{er} décembre 2020 annonce un remboursement pour des attelles avec chaussures à hauteur de 64.40€, et 48.08€ pour un remplacement de chaussures (directement montées sur l'attelle). Le prix des attelles dépend de l'entreprise mettant au point l'orthèse. Elles correspondent à des codes pouvant être rentrés sur le site de l'assurance maladie afin de connaître le remboursement possible (61). Par exemple, le prix de l'attelle Attelle UNI-BAR ® (attelle DENIS BROWN universelle) du site « *orthopédie des Sentes* », de la marque Mayzaud® coûte 111.00€. Cela laissera donc 46.60€ à la charge des parents. Le bottillon correspondant, dit NEUTRAL ®, coûte 82.00€ au total, donc 33.92€ à la charge des parents, voir 67.84€ en cas de PBVE bilatéral (36,62).

L'attelle de DB ou de PM engendre donc un coût à ne pas négliger pour les familles, même si elles peuvent montrer un avantage de reproductibilité supérieure aux attelles thermoformées qui dépendent de l'expérience du soignant en charge de les fabriquer.

Les résultats exposés par Morgenstein et al seraient plutôt en faveur de l'utilisation des attelles thermoformées également car celles-ci sont régulièrement refaites (46). Elles permettraient de ce simple fait une meilleure compliance par la praticité de pose de l'attelle qui n'est alors pas réalisée par les parents eux-mêmes, mais également par les messages d'ETP délivrés aux parents lors de ces séances de confections. Enfin, une surveillance externe du pied est plus régulière également. Un des plus gros défauts de ce type d'attelle est le manque de reproductibilité. En effet, en pratique, l'opérateur peut changer entre les rendez-vous, en fonction de la disponibilité des MK pour des consultations extérieures en milieu hospitalier.

Les modalités d'attelles sont donc multiples et varient en fonction des auteurs. Cependant, en France, le coût de la FAB peut interférer avec la bonne compliance et la satisfaction des parents à son utilisation, malgré les bons résultats qu'elle montre dans les études.

6.1.2 L'observance des parents

L'observance des parents est donc essentielle au bon déroulement du traitement et l'évitement des récidives. Elle est étroitement liée à des facteurs sociologiques et psychologiques (de satisfaction et de tolérance). Comme évoqué précédemment, il est cependant difficile de quantifier objectivement cette compliance car elle peut être différemment évaluée selon les auteurs.

En effet, dans la revue de Ganesan et al. il est rapporté des défauts de compliance lors d'un port **en-dessous de 10 heures** par jour pour certaines études, lorsque d'autres considèrent **qu'une heure** manquante dans la journée pose un problème de compliance (43). Le panel est donc très large. Nous pouvons donc difficilement évaluer à partir de combien d'heures manquantes il y a un risque de baisse d'efficacité finale.

L'observance découle directement de l'implication des parents dans la connaissance de la pathologie et du traitement appliqué chez l'enfant (4,9). Il est donc important que ceux-ci soient correctement informés par les soignants. Ces informations sont notamment suggérées par les recommandations nationales de la HAS : « *informer et déculpabiliser les parents est indispensable pour s'assurer leur confiance et leur future coopération.* » (9). Elles complètent la précédente citation par la suivante : « *Le groupe de travail recommande que les parents et tous les professionnels impliqués soient informés de la démarche thérapeutique choisie, de ses étapes et de sa durée probable. Cette information peut être complétée par la rencontre avec d'autres familles d'enfant présentant la même pathologie.* » (9). On peut noter alors que les familles sont très souvent informées (13). Cependant, la rencontre avec d'autres familles dans un but d'échange n'est pas abordée dans les études et très peu mentionné sur les sites explicatifs de la pathologie. Cela met donc en avant le besoin de développer l'éducation thérapeutique avec les familles au-delà de simples informations, afin d'avoir plus d'impact sur des familles qui auraient tendance à ne pas être compliantes. En effet, la simple information délivrée oralement (13,41) ne semble pas augmenter significativement la compliance des parents qui ne dépasse pas la moyenne observée habituellement (environ 65%). Une démonstration ainsi qu'une application pratique semble nécessaire pour compléter.

En effet, des sessions d'informations et de mise en pratique, comme celles présentées dans l'étude de Seegmiller et al (42), montrent de réels bénéfices concernant l'observance et la prise de confiance des parents, même si ces facteurs sont analysés sur un petit échantillon. Des études de plus grande ampleur seraient nécessaires. La mise en place d'un traitement mixte pourrait permettre de créer plus facilement une alliance thérapeutique en développant l'ETP lors des rendez-vous hospitaliers, cela créerait également des occasions pour les familles de se rencontrer et d'échanger, comme évoqué dans les recommandations de la HAS.

Des adresses de sites internet explicatifs de la pathologie et du traitement peuvent être également données aux parents (13). Le rappel systématique à chaque visite pourrait être un moyen simple d'améliorer l'observance et l'assiduité aux rendez-vous. La manière de transmettre les informations et les techniques employées ont donc un rôle à jouer. Deux faits sont souvent associés

à une compliance pauvre : les **parents séparés** et **l'aspect d'un pied corrigé**. Il faut donc être particulièrement vigilants sur ces deux points afin d'éviter au mieux les récives qui engendrent une reprise de plâtre ou encore des chirurgies compensatrices et libératrices.

Dans tous les cas, il paraît primordial d'instaurer une alliance thérapeutique avec les parents pour que celle-ci perdure sur le long terme et tout au long du suivi des soins, pour les attelles mais aussi pour les séances de mobilisations et/ou étirements.

En ce qui concerne les facteurs socio-environnementaux, dans l'étude de Avilucea et al (13), une transposition entre le système de santé américain et le français est nécessaire afin d'analyser correctement leurs résultats, notamment à propos de l'assurance maladie et du remboursement des frais médicaux. Les systèmes de santé étant bien différents, cela peut avoir un impact sur les résultats de l'étude concernant la compliance mais aussi les données recueillies concernant le statut des parents (études, revenus, etc.) par exemples. Dans le cas français, les revenus des parents seraient un facteur de moindre impact puisque la plupart des soins sont remboursés par la sécurité sociale.

Une étude rétrospective de 35 pieds traités entre juin 2003 et décembre 2005, de George et al (51) publiée en 2011 analysait un éventuel changement dans la compliance des parents de 27 enfants. Ce changement faisait suite au remplacement de l'attelle de DB par une UFAO, après un traitement par Ponseti.

Vingt-trois enfants ont porté l'UFAO après 3 mois d'attelle de DB et une compliance pauvre. Quatre autres enfants ont porté l'UFAO directement après la série de plâtres. Tous ces enfants ont été suivis en moyenne sur 25 mois. Les résultats ont montré un taux de récives plus important au long terme chez les enfants portant l'UFAO. Cependant, on peut noter le très petit échantillon de cette étude et surtout, un biais du fait que la majorité des enfants ont porté une attelle différente au début de leur traitement. Il est alors difficile de différencier les effets d'une attelle par rapport à une autre. Les auteurs suggèrent que la position du genou bloquée à 90° pourrait provoquer une atrophie du TS et une réduction de sa longueur pouvant être un facteur d'équin résiduel (51). Vingt-trois des parents ont par ailleurs rapporté une utilisation plus facile et une meilleure tolérance de l'enfant à l'UFAO et donc une utilisation facilitée. Les résultats de cette étude semblent donc contradictoires mais plausibles sachant que l'attelle unilatérale ne comprend pas de barre reliant les deux pieds et élimine par conséquent l'utilisation du principe de « Kicking » précédemment expliqué. L'utilisation plus simple et la meilleure tolérance pourrait alors provenir d'une meilleure liberté de mouvement de l'enfant.

Cette étude reste intéressante pour transposer cette analyse à une méthode hybride type Dijonnaise où l'attelle posée est unilatérale également. Cependant les attelles restent tout de même bien différentes car celle décrite dans l'étude n'est en aucun cas une attelle en résine thermoformée. Le principe de sur-mesure à l'enfant peut être un bon point dans ce cas.

La notion de compliance est donc centrale dans toutes les études présentées avec la nécessité de l'intégration complète des parents dans la prise en charge de la pathologie peu importe le traitement mis en place. Le traitement mixte pourrait améliorer ce point car il implique plus de rendez-vous et donc un suivi plus rigoureux, ainsi qu'un coût moindre des attelles thermoformées.

Les rendez-vous auront alors lieu en cabinets de ville donc moins loin du domicile des parents, à condition de trouver un cabinet proche de chez soi avec un kinésithérapeute habilité à ce type de prise en charge et disponible pour des séances pluri-hebdomadaires. En effet, nous pouvons imaginer que des mobilisations mal réalisées pourraient engendrer d'autres déformations, d'où l'intérêt de trouver un professionnel expérimenté dans le domaine. De plus, lors des rendez-vous réguliers, le moindre problème de tolérance à l'attelle et/ou de doute de la part des parents peut être plus rapidement rapporté aux soignants, et solutionné.

6.1.3 Les mobilisations articulaires et stimulations musculaires

Afin d'améliorer la bonne activité musculaire des muscles éverseurs, une étude pilote de Gelfer et al (63) a abordé l'effet de l'Electro-Myo-Stimulation (EMS) des muscles éverseurs dans le but d'améliorer la mobilité de cheville et de genou en augmentant leurs amplitudes articulaires. Seize pieds ont été inclus dans cette étude : 8 dans chacun des deux groupes avec un groupe subissant l'EMS et un groupe « témoin ». Tous les enfants étaient initialement traités par Ponseti avec attelle de DB. L'EMS devait être suffisante pour produire un mouvement actif dans le sens de l'éversion avec ou sans dorsiflexion. L'EMS était réglée sur des cycles de 14 secondes de stimulation, et 14 secondes de pause entre chaque avec 2 secondes de progression dans le début de la stimulation (63). Il était ensuite demandé aux parents de réaliser l'EMS à domicile, 30 minutes par jour, sans interférer avec le port de l'attelle DB.

Un questionnaire était donné aux parents afin de déterminer l'observance du protocole et les possibles obstacles à celui-ci, mais également de rapporter la tolérance de l'enfant à l'EMS. Ce protocole paraît encore plus contraignant pour les parents et demande une compliance encore plus accrue, sachant qu'elle est déjà parfois compliquée à maintenir seulement pour l'attelle. Les auteurs rapportent de très bons taux de compliance mais ces données sont à peser. Elles sont peu exploitables au vu du nombre extrêmement réduit de patients inclus dans l'étude. Il apparaît également que 7 des pieds inclus avaient déjà une bonne activité musculaire des éverseurs en amont de l'étude. Cela influe sur les résultats comme l'a montré l'étude de Little et al. où plus de la moitié des patients ayant une faible activité des éverseurs présentait des récurrences contre aucun de ceux possédant une activité musculaire correcte (48).

D'une manière plus globale, cette étude nous montre l'importance de la stimulation des muscles éverseurs par le kinésithérapeute lors des visites pluri-hebdomadaires, ou même de l'enseigner aux parents, peu importe le mode de traitement choisi. En effet, 18,3% de récurrences sont présentées au total (63), ce qui paraît très peu par rapport à la plupart des autres études qui présentent un pourcentage de récurrences s'approchant plutôt de 30 à 40% (44,48).

La stimulation de ce groupe musculaire est donc primordiale dans les traitements mais plusieurs façons de faire existent. La stimulation tactile simple est déjà souvent utilisée et décrite à la fin des manipulations de la FPT. L'EMS est possible mais ses modalités d'application (fréquence, durée) ne sont pas clairement définies. L'association des deux paraît donc être la plus appropriée à condition qu'un appareil d'électrostimulation soit disponible. Les parents ayant les moyens et ayant été instruits sur l'utilisation d'un tel appareil peuvent également s'en servir en

adjuvant à la contention. Ces modalités de stimulations orientent vers l'intégration de la kinésithérapie au protocole de Ponseti.

6.1.4 Le nombre de rendez-vous

Le nombre de rendez-vous peut apparaître comme un indicateur important dans le traitement. Il peut engendrer des coûts supplémentaires selon la distance entre le centre de soins et le domicile familial. L'étude de Avilucea et al (13) illustre parfaitement ce point en montrant une nette réduction de la compliance chez les enfants vivant à distance considérable du centre du soins. On peut d'ailleurs noter que la distance adoptée pour classer les différents groupes n'est pas vraiment expliquée clairement et que les patients faisant partie du groupe urbain vivent à une distance extrêmement importante du centre de soin (plus de 120 kilomètres). Cela peut interférer dans les résultats. En effet cette étude est réalisée en Amérique du Nord, où l'échelle de distance n'est probablement pas la même qu'en France. Les centres français sont donc souvent plus rapprochés que la distance définie dans l'étude. Cependant on ne peut ignorer des zones extrêmement sous dotées en personnel soignant en France et notamment en centres de soins de type hôpitaux ou cliniques, réunissant des professionnels spécialisés.

On peut donc voir cette réflexion sous deux angles. Le premier étant que, en l'absence de gros centre hospitalier permettant une prise en charge largement simplifiée pour la famille de l'enfant, une méthode FPT ne faisant intervenir que le kinésithérapeute pourrait être bénéfique puisqu'il suffit qu'un MK libéral soit installé dans la région du domicile familial. L'autre angle est que malgré la présence de MK libéraux dans la région, ceux-ci ne sont pas obligatoirement formés à la FPT nécessaire pour la correction de la déformation en PBVE. Cela peut soit obliger les parents à s'adresser à quelqu'un d'autre ou bien diminuer la qualité du soin et entraîner une perte de chance pour l'enfant en risquant de provoquer une déformation secondaire en pied convexe. Ce traitement augmente le nombre de rendez-vous afin de pouvoir effectuer les séances quotidiennes de mobilisations.

Cependant, nous avons vu que ces rendez-vous réguliers avaient d'autres avantages tels que le suivi du traitement et l'alliance thérapeutique entretenue avec les parents.

Il faudrait donc, en connaissance de tous ces facteurs, analyser la situation au cas par cas pour déterminer le plus avantageux pour les parents, pour la correction de l'enfant, mais également pour le praticien. Cela dépendrait des moyens des parents à pouvoir se déplacer, la distance entre le domicile et le centre mais également les professionnels disponibles aux alentours de celui-ci. Il faut également garder en tête que les parents doivent être informés de toutes les possibilités d'action de prise en charge et que la décision finale de la méthode mise en place leur revient.

6.2 Les paramètres cliniques du traitement

6.2.1 Les scores de Diméglio et Pirani

Les scores et classifications sont des outils indispensables à l'évaluation d'une technique, surtout sur un plan international.

La méthode de Ponseti montre depuis maintenant une vingtaine d'années son efficacité et s'impose, grâce notamment, à la nette amélioration du score de Pirani ou de la classification de Diméglio dans les études. Ces études sont nombreuses car cette méthode est beaucoup mieux représentée à l'international que la FPT, et ne cesse de gagner du terrain dans les pratiques hospitalières du monde entier. Une réduction de la classification de Diméglio au minimum en-dessous de 9 (49) et du score Pirani en-dessous de 1 environ (13) démontre une très bonne correction, même avec des suivis longs.

L'unique différence observable était la moins bonne évolution avec différence significative pour le groupe « rural » de l'étude de Avilucea et al (13). Ce groupe finissait avec un score final en moyenne supérieur à 2 ce qui démontre une implication des facteurs de socio-environnementaux comme la distance entre l'habitat et le centre de soins ou les déplacements. Cependant, l'étude étant réalisée en Amérique du Nord, on peut noter que les distances (121km) sont largement plus élevées sur le territoire français. Le biais du système de santé est également toujours présent avec une augmentation des dépenses personnelles en Amérique du Nord, même si le groupe « rural » pourrait montrer plus de dépenses, peu importe le système.

Dans ce cas, une méthode hybride pourrait alors permettre de diminuer les dépenses de déplacement et la distance si les séances durant la phase de consolidation sont réalisées dans un cabinet de ville, plus proche qu'un centre hospitalier. Cependant, l'analyse des scores n'est pas effectuée dans les essais de Canavese et al et aucune donnée probante n'a été retrouvée concernant l'évolution des scores avec une méthode mixte.

La comparaison des scores entre la méthode Ponseti et la mixte, après la phase de réduction, reste impossible.

6.2.2 Les récurrences et déformations secondaires

On note que le premier facteur à l'origine de la plupart des récurrences est la compliance au traitement. Cependant, nous avons vu que la compliance était plutôt cernée, ou différemment définie dans la plupart des études (43).

Malgré le fait que le recours à la chirurgie semble être un facteur de mauvais pronostic fonctionnel, elle est évidemment utilisée en dernier recours en cas de récurrences multiples et échec des reprises du traitement conservateur (12). Il est difficile d'agir sur ce point et de supprimer

totalelement le recours à la chirurgie, le but étant simplement de le limiter le plus possible, afin d'éviter les raideurs et douleurs qu'elle pourrait engendrer au long terme.

La méthode de Ponseti déclare environ **40% de récives** sur des pieds à déformations sévères ou très sévères (44,48). Ce pourcentage reste bas sachant que la sévérité initiale de la déformation influe directement sur la difficulté à corriger le pied.

L'étude de Zions et al (44) place le manque de compliance et la situation divorcée des parents comme les deux principaux éléments influençant le taux de récives. On peut effectivement penser qu'un statut de parents divorcés peut indirectement influencer la compliance et l'observance concernant le port de l'attelle de l'enfant suivant le mode de garde de celui-ci. La situation maritale des parents peut donc être identifiée comme un facteur de pied à risque de récives. Ceci doit consister en un point de vigilance dans la communication faite par les soignants. En effet, il semble important, de pouvoir intervenir auprès de chacun des deux parents si ceux-ci font tous deux parties intégrantes de la prise en charge de l'enfant.

Les déformations secondaires semblent de moins en moins évoquées dans les études. Cependant, la formation du MK apparaît importante dans la survenue de celles-ci puisque la plus régulière est l'exagération de la correction du cavus, provoquant alors une extension de l'articulation tarsométatarsienne et par conséquent, une déformation en pied convexe (27). Le MK doit alors faire preuve de précision et d'attention pour être rigoureux lors de ses mobilisations afin de ne pas engendrer cette déformation lors d'un traitement par méthode fonctionnelle. C'est pour éviter ce genre de déformation que les manipulations en force ont été complètement exclues de la FPT lors de son élaboration. En optant pour une méthode mixte avec un mode de réduction par Ponseti, ces déformations secondaires ne devraient plus poser problème.

Par ailleurs, dans différentes études, des effets indésirables telles que des affections cutanées sont recensés et les taux observés sont extrêmement bas. Cependant, ce n'est pas un facteur à oublier car si de tels effets ont lieu, la tolérance de l'enfant se voit diminuée et donc la compliance des parents également. (9) En effet, les parents peuvent décider de diminuer le temps de port, de peur que l'enfant ne se blesse, ou encore être alertés par des signes d'inconforts de leur enfant. Il faudra, au-delà de tout choix, laisser à la peau le temps de cicatriser correctement avant de pouvoir réutiliser la contention à temps plein, comme préconisé.

La surveillance des affections cutanées doit donc être enseignée aux parents. Ils doivent avoir les informations pour repérer mais également pour réagir en cas d'atteinte (42). Ainsi, la surveillance de l'état cutanéotrophique faisant partie intégrante du champ de compétence MK publié par l'ordre, celui-ci peut faire partie de l'apprentissage aux parents mais également être le donneur d'alerte au chirurgien s'il y a un problème au niveau de la contention.

En effet, le référentiel de compétence de l'ordre des MK décrit la compétence d'examen d'un patient par : « Faire un examen neurologique et vasculaire. Palper, tester les mobilités

articulaires et tissulaires, évaluer et faire le bilan analytique et global du patient en tenant compte de son environnement [...] » (64).

Au total, la mise en place d'une méthode mixte permettrait la réduction des déformations indésirables en pied convexe et des affections cutanées, par le biais des visites kinésithérapiques assurant la surveillance et l'ETP aux parents.

6.2.3 Le recours à la chirurgie

Le recours à la chirurgie libératrice type postéro-médiale ou médiale témoigne d'une difficulté à traiter le pied de manière orthopédique. En cas d'échecs répétés, elle reste la seule alternative pour récupérer un pied corrigé (2).

Les auteurs observent une légère augmentation du recours à la chirurgie libératrice avec la FPT par rapport à la méthode Ponseti. Par exemple, l'étude de Zapata et al (53) rapporte, certes, de meilleurs résultats à la marche, mais signale également plus de recours à la chirurgie. Ces résultats peuvent être contradictoires sachant que ces mêmes auteurs rapportent que les chirurgies amènent une diminution des paramètres fonctionnels à la marche par rapport aux enfant n'en ayant pas eu (53).

La TPCA reste inconstante selon les méthodes, et surtout selon les équipes traitantes. En effet, si certaines l'appliquent automatiquement (26), d'autre l'appliquent uniquement en cas de récurrences, ou d'un manque de flexion dorsale de cheville (53). Si elle ne fait toujours pas consensus, on est en droit de se demander pourquoi. Certains auteurs tenteraient d'éviter une potentielle insuffisance tricipitale qui pourrait survenir après l'application d'une TPCA (51). Cependant, très peu d'études analysent cet aspect néfaste de la TPCA car elles n'ont pas un suivi assez long. L'étude de Rampal et al (12) est une des seules qui analyse la marche des enfants après traitement et, plus particulièrement l'insuffisance tricipitale, pouvant gêner un individu dans certains sports, notamment avec des sauts où une force musculaire suffisante du triceps sural est nécessaire. Cette dernière est évaluée par le score radiologique de Ghanem et Seringe, précédemment décrit. Les résultats observés par Gottschalk et al (40) permettent également de démontrer un rapport bénéfice/risque favorable pour obtenir une bonne mobilité de cheville et des paramètres de marche normalisés par la suite. Ce lien reste fragile d'un point de vue scientifique mais on peut noter que **41.2% des pieds traités par Ponseti** ont subi une TPCA contre **13% des pieds traités par la FPT** (40) et que de très bons résultats ont été largement plus observés avec la méthode Ponseti.

La TPCA paraît donc inévitable que ce soit dans une thérapie ou dans une autre. Même si on peut imaginer que les traitement hybrides diminuent le recours à cette intervention, elle apparaît toujours nécessaire dans la correction des pieds les plus sévères et raides. Il serait peut-être donc judicieux de réfléchir à des séances plus tardives pour l'enfant agissant sur la rééducation d'une

potentiel perte de force et d'efficacité du triceps sural plutôt que de tenter de l'éviter à tout prix (40,50).

Selon une enquête faite et décrite par le livre de la SOFOP, à l'aide d'un questionnaire envoyé aux centres de soins, 14 réalisaient systématiquement une TPCA dans leur méthode de traitement sur 40 réponses reçues, soit 35% (2). Cela peut paraître peu sachant que la TPCA a récemment montré un rapport bénéfice-risque positif face à l'évitement des récidives de la déformation. On peut tout de même noter que l'enquête a été envoyée en août 2012 aux centres et que les modalités de la TPCA ont pu changer depuis.

La TPCA reste l'acte mini-invasif le plus approprié en cas de pieds identifiés comme « à risque de récidives » en prévention de celles-ci, tout en préservant le muscle TS pour la marche et les activités sportives. Elle pourrait également permettre la diminution du recours à des chirurgies plus invasives et donc diminuer le risque de perte fonctionnelle. La mise en place d'un programme de suivi et de compensation pour conserver une fonction correcte du TS ou même d'une activité musculaire particulière pourrait être intéressante dans la mesure où le patient viendrait à être gêné par une potentielle perte fonctionnelle.

6.2.4 Analyse de marche au long terme

Les analyses de marche montrent des résultats concluants et affirment que les pieds ayant subis une déformation en PBVE montrent de façon globale, et à long terme, de moins bons paramètres cinétiques et cinématiques (53,56).

La comparaison entre la méthode Ponseti et la FPT nous intéresse particulièrement car elle montre une différence fonctionnelle significative entre une méthode où il n'y a pas de mobilisations effectuées et une où il y en a. Si on considère que les résultats de l'étude de Gottschalk et al (40) sont biaisés par un trop petit échantillon de population, et par la présence variable de la TPCA, alors toute l'attention se tourne sur les résultats de l'étude de Zapata et al (53).

Alors, il est indéniable au vu de leurs résultats, que l'application de mobilisations passives et actives améliore les paramètres fonctionnels du pied au long terme jusqu'à une dizaine d'année après le début du traitement. Ce constat encourage donc à la mise en pratique de mobilisations, même avec la méthode Ponseti et pousse à étudier de plus près une méthode mixte. Ces mobilisations peuvent être appliquées en séances de kinésithérapie par un professionnel, et aussi être enseignées aux parents afin de réduire les rendez-vous et les déplacements, tout en gardant une efficacité optimale.

Enfin, un programme de kinésithérapie apporté au long terme est une ouverture intéressante à mettre en place. Elle semble montrer un réel bénéfice pour les patients avec des gains d'amplitudes (58) et pourrait permettre le bon suivi de coordination et force. Cependant, les

résultats obtenus par Taracki et al (58), qui sont encourageants, sont à peser. On ne saurait garantir que les gains observés dans cette étude sont durables sur le long terme, même si le protocole n'est pas suivi à la lettre par le patient.

6.3 Interaction entre les intervenants

L'organisation entre tous les intervenants est une variable qui apparaît comme importante à souligner, en fonction de la méthode mise en place. Ce n'est pas une variable prise en compte dans les études, mais elle pourrait modifier les coûts de santé engagés dans une méthode. Une étroite collaboration est nécessaire entre tous afin de réduire l'impact psychologique sur la famille, et que le suivi du traitement se passe au mieux.

6.3.1 Organisation globale de l'équipe pluridisciplinaire

Il apparaît clairement que la méthode Ponseti est largement plus utilisée en France si on se fie aux résultats du questionnaire décrit dans le livre de la SOFOP (2), alors que les recommandations nationales estiment tous les traitements au même niveau (9). Cela pourrait être dans le but de diminuer le nombre d'intervenants mais alors que devient la place du MK ?

Le rôle du MK est peu décrit dans les études. Leur rôle dans la méthode de Ponseti est différent selon les études et les protocoles mis en place. Elles font d'ailleurs souvent référence à un soignant, sans citer la profession exacte de celui-ci.

Seul deux des établissements ayant répondu mettaient en place une méthode mixte alors que celle-ci pourrait montrer des avantages de plus en plus mis en avant par les auteurs (2).

De plus, les prises en charge pluridisciplinaires sont de plus en plus sollicitées et donc plus simples à mettre en place depuis quelques années, car la communication interprofessionnelle est largement mise en avant. Elle est extrêmement présente dans les hôpitaux mais également de plus en plus répandue entre les professionnels libéraux dans un contexte d'objectif de soins communs, de facilitation et de continuité d'une prise en charge. Il serait donc intéressant d'analyser les coûts engendrés par les différents traitements dans l'objectif de diminuer des coûts de santé.

6.3.2 Focus sur le rôle du kinésithérapeute

Le rôle du kinésithérapeute n'est que très peu abordé dans les études puisqu'elles ne sont centrées que sur l'application des méthodes et non sur leurs intervenants.

Si on se base sur les pratiques françaises, appuyées par les recommandations de la HAS (9), il est bien défini que le kinésithérapeute a pour un de ses rôles principaux la gestion des contentions (64). En effet, il peut agir sur leur confection, leur mise en place mais il participe également

grandement à leur surveillance. Un kinésithérapeute formé peut produire des attelles thermoformées sur mesure à chaque enfant (60). L'avantage de ces « confections » est qu'elles impliquent une meilleure prise en charge de son coût par rapport à une attelle de PM ou de DB que certaines familles ne peuvent pas se permettre de s'offrir ; notamment car le nourrisson grandit vite ce qui implique un changement de bottillon régulier. On pourrait cependant préconiser une actualisation des dernières études concernant les modalités des UFAO.

En effet, les différences observables entre chaque équipe soignante exposent un nombre important de variables dans la confection d'attelle « sur mesure ». Par exemple l'application de plaquettes, incurvées ou à bord droits, n'est pas admise par toutes que ce soit pour leur formes ou tout simplement pour leur utilisation.

L'inclusion du kinésithérapeute dans le traitement, avec un programme de rééducation intensif, est un axe peu développé. Par exemple, dans le programme intensif mis en place par Taracki et al (58), le MK est le principal professionnel concerné puisqu'il met en place le programme au long terme. Ce type de programme à long terme paraît être intéressant pour le bon développement et le maintien fonctionnel du pied et de cheville (58).

Le MK apparaît alors comme un professionnel présent dès la phase de maintien concernant les méthodes Ponseti et hybride, et prenant de plus en plus de place dans le traitement, notamment au long terme, permettant le bon suivi fonctionnel de la cheville et du pied et pouvant agir en conséquence s'il repère des raideurs, manque de force, etc...

Les mobilisations font parties des champs d'action du kinésithérapeute. Primordiales dans l'obtention d'un pied fonctionnel et non douloureux, avec des articulations mobile (12), une bonne force des muscles éverseurs (48) et une amélioration des paramètres cinématiques et cinétiques de la marche (53).

De plus, les recommandations nationales émettent la nécessité pour les parents d'accéder à l'information, mais la notion d'éducation thérapeutique n'est pas clairement citée (9). Alors qu'aujourd'hui la formation des tous les futurs soignants aborde la notion de patient acteur de son traitement (par des méthodes et des principes d'éducation thérapeutique), celle-ci n'est pas clairement définie dans la prise en charge des PBVE. Aucun programme destiné à la compréhension des parents n'a fait état d'un réel consensus, au-delà des informations données différemment par les études recensées dans ce travail (13,39,41). Pourtant, d'après les résultats obtenus dans les différentes études, des séances d'ETP comme déjà expérimentées dans l'étude de Seegmiller et al (42), pourraient être mises en place notamment sur :

- La **pathologie** en elle-même,
- L'importance du **maintien** de la correction via les contentions (trop souvent diminué avec l'âge grandissant de l'enfant),
- L'**apparence corrigée** de la déformation.

Le fait d'introduire une technique hydride mettant en avant le suivi du MK dans la réduction des récidives pourrait donc être un réel atout dans le suivi, l'information, la surveillance et l'apprentissage, à partir de la phase de consolidation jusqu'à une dizaine d'années plus tard pour l'enfant.

7. Conclusion

7.1 Rappel du contexte

Alors que beaucoup d'études sont réalisées, notamment sur les contentions puisqu'elles font encore largement débat, le rôle du kinésithérapeute est peu abordé. De plus, ces études sont rarement de grande ampleur.

Si nous nous fions aux recommandations nationales françaises, les MK jouent pourtant un rôle important en interdisciplinarité avec le chirurgien et pédiatre de l'enfant. Il est également largement présent, en pratique, dans la prise en charge de la correction d'un PBVE en France (2).

Même si aucune des 3 méthodes d'aujourd'hui n'a fait réellement preuve de sa supériorité par rapport aux autres (9), il apparaît clairement, après analyse, que l'évolution des techniques tend vers des méthodes mixtes.

Premièrement, parce que beaucoup d'études décrivant une méthode de Ponseti font état de mobilisations associées, plus nombreuses que dans le protocole initial du Docteur Ponseti (26,65).

Secondement, quelques auteurs s'accordent à dire qu'au lieu de mettre en compétition la méthode Ponseti et la méthode fonctionnelle, il serait plus sage de les associer (10,11,52). En effet, réunir le meilleur des deux techniques dans une seule pourrait permettre à son efficacité d'être améliorée (28).

La présence d'un pédiatre n'est en aucun cas contestable dans cette prise en charge et les études restent largement centrées sur les traitements mis en place par les chirurgiens. La communication et la bonne coordination entre le pédiatre de l'enfant, le ou les kinésithérapeutes et les parents est primordiale pour que la prise en charge soit la plus efficace possible, et pour diminuer le stress des parents (9).

Il est déjà établi que le MK, agissant dans son champ de compétence, veille au bon suivi fonctionnel du pied de l'enfant, en plus de pouvoir surveiller les possibles déformations secondaires et affections trophiques (64). Il peut, par la même occasion, surveiller au bon développement neuromoteur de l'enfant. Les séquences de redressement (9) pourraient être affectées, due à des douleurs ou raideurs de la cheville chez les enfants souffrant de PBVE, et la surveillance de l'apparition de troubles du développement moteur chez l'enfant fait partie du champs de compétence MK (9,64).

Concernant les méthodes mises en place, nous observons une prédominance mondiale à utiliser la méthode de Ponseti (2,22) qui reste à ce jour la référence. Cette méthode permet une

organisation assez simple des intervenants, engendrant peu de coûts de santé. C'est d'ailleurs pour cela qu'elle est reprise mondialement, même dans les pays où la précarité est de mise (66,67).

Il semble alors que, dans un but d'homogénéisation des pratiques, le principe de Ponseti, avec ses séries successives de plâtres dans la phase de réduction de la déformation, est le plus pertinent. Cependant, le choix de la thérapie choisie incombe aux parents du patients, qui doivent être avertis de toutes les possibilités de traitements, dans une idée de respect de la déontologie (9).

C'est alors que l'importance des informations transmises aux parents intervient. Ce rôle incombe à tous les soignants consultés durant la prise en charge. Une fois la méthode choisie, l'explication complète des démarches qui seront mises en place doit être faite afin d'informer les parents de la longueur du traitement mais également, de l'importance de la surveillance et du maintien des contentions (9,42) peu importe la thérapie.

C'est à partir de ce moment que le kinésithérapeute s'inscrit dans une démarche d'ETP. Des rendez-vous explicatifs doivent être organisés au début du traitement, mais également pendant les séances. Pour la méthode mixte, l'apprentissage des manipulations passives et actives pourra être dispensé aux parents afin d'obtenir le meilleur traitement possible. Cependant, il faut bien surveiller qu'elles soient bien réalisées, au risque d'aggraver la situation. L'apprentissage de la pose des contentions en plus de la surveillance vasculo-nerveuse du pied apparaît être le plus important dans la démarche d'ETP (42).

Dans le choix de la thérapie ou encore des informations transmises, il s'agirait de mettre en place des critères de repérage d'augmentation du risque de récurrences afin d'adapter son discours aux parents et d'obtenir le meilleur taux de compliance au traitement possible. La sévérité du pied augmente indéniablement le risque de récurrences (68). Une majorité d'études montre des récurrences non contrôlées sur les pieds les plus raides et sévèrement atteints (2).

D'autres auteurs montrent également l'importance des **données socio-environnementales** des parents (13). Ces données comprennent notamment les revenus financiers, mais dans le système de soin français, prenant en charge une grande partie des traitements, et permettant l'accès aux soins à tous, cette donnée pourrait avoir une moindre importance sur les résultats. La **distance** entre le domicile et le centre de soin, devient importante à souligner car plus la distance est grande, plus les coûts de déplacement augmentent. Dans le cas d'une méthode mixte, le nombre de déplacements augmentent, mais la distance peut diminuer en fonction du lieu d'habitat du patients (urbain ou rural), par rapport à une méthode de Ponseti.

Enfin, la situation maritale ou non des parents ressort comme un indicateur de surveillance accrue dans l'apparition des récurrences (13). Il apparaît nécessaire, dans une situation non maritale, de rencontrer et d'aborder la prise en charge avec les deux parents, s'ils sont tous deux en charge de l'enfant, afin qu'il n'y ait aucune disparité de compliance et de surveillance dans le traitement. L'importance de cette variable peut être influencée par la méthode mixte, permettant plus de

rencontres entre le soignant et les parents (par les séances hebdomadaires de mobilisations) (10,11).

En effet il apparaît que la FPT soit plus efficace sur des pieds avec des déformations légères ou modérées, que sur les plus sévères (12). Dans ce cas, peu importe la distance et le nombre de déplacement entre le domicile et le centre de soins, il paraît pertinent de conseiller aux parents ayant un enfant avec une déformation sévère ou très sévère, le choix d'une thérapie par Ponseti ou mixte.

Malgré les données recueillies par le livre de la SOFOP (2) affirmant que la majorité des centres utilisent une méthode de Ponseti, beaucoup de soignants ajoutent systématiquement des manipulations comme celles décrites dans la FPT (12) même si elles ne sont pas quotidiennes. Elles sont prépondérantes lors de la phase de maintien de la correction afin d'obtenir un pied souple avec de bonnes amplitudes articulaires, mais également dans la stimulation des muscles éverseurs (48) dans une philosophie de soin par le mouvement (7).

L'électrostimulation est un axe intéressant mais est encore trop peu étudiée pour définir un réel protocole d'utilisation dans cette pathologie. C'est un traitement qui reste compliqué à mettre en place et à analyser surtout concernant le ressenti du patient, qui doit à tout prix rester indolore. Cependant, cet axe de traitement reste intéressant et prometteur tant sur l'utilisation par les professionnels ; rentrant directement dans les champs de compétences du kinésithérapeute (64) ; que sur une utilisation personnelle en adjuvant à la contention par les parents. Cette technique serait d'autant plus efficace avec une possibilité de contraction musculaire active à partir du moment où l'enfant est capable de comprendre les consignes, dans un but fonctionnel. Cet axe de rééducation reste minime à ce jour.

Dans le but d'allier la meilleure **réduction** (par rapport à l'évolution de la classification de Diméglio), un bon **rendu fonctionnel**, et la meilleure **observance** possible, la méthode mixte apparaît la plus pertinente. De plus amples études sont nécessaires, avec une analyse de ces 3 points par :

- Une **évaluation initiale et finale** des scores avec une méthode mixte
- Une **évaluation au long terme** des paramètres cinétiques et cinématique de la marche
- L'envoi de **questionnaires** de satisfaction et d'analyse de compliance.

7.2 Les contentions recommandées

Concernant le bon maintien de la déformation on différencie deux contentions principales : la **mono-barre** et l'**UFAO**.

Les attelles mono-barre correspondent donc à celles décrites initialement dans la méthode de Ponseti : les FAB. Il en existe deux principales, même si des auteurs s'essayent à les modifier quelque peu (39). La première, et la plus connue, est celle de **Denis-Brown** déjà largement décrite dans ce travail. Dans un but d'amélioration de la compliance des patients à ce type de contention, elle a donné lieu à la création de celle de **Ponseti-Mitchell**, qui devrait être la plus utilisée de nos jours car elle apporte une meilleure compliance de l'enfant à l'attelle grâce à des matériaux plus souples (39). Cette attelle a montré de très bons résultats dans le maintien du pied avec une bonne compliance. Cependant, elle reste très encombrante et surtout, non remboursé intégralement en France (61). Certains soignants peuvent demander un passage en affection longue durée afin d'obtenir un meilleur remboursement mais cela reste minime (61). En pratique, les parents doivent payer une part à chaque changement de bottillons. On peut imaginer qu'un bottillon trop petit peut influencer la compliance et le maintien de la correction du pied. Donc, lors de la mise en place de ces contentions, la surveillance est de mise et ne doit pas décliner pendant les 4 années qui suivent.

La seconde catégorie de contention, qui se nomme les orthèses unilatérales, sont la plupart du temps des attelles thermoformées (12). Malheureusement, aucune étude ne décrit avec précision les modalités de confection de ces attelles. Dans la pratique, au CHU de Dijon, du plastique thermoformable est plongé dans une cuve d'eau chaude (ramollissant le plastique). Cela permet ensuite de mouler le plastique comme voulu, directement sur le pied préalablement protégé du nourrisson. La réalisation de mobilisations, avant la confection de ces attelles, permet d'inclure les modalités de la FPT, qui font aujourd'hui consensus (9), et permettent d'obtenir un pied plus souple, et plus facile à placer en position corrigée afin de procéder au moulage de la contention. Le principal défaut de ce type d'orthèse est qu'il reste largement opérateur dépendant. Il est donc très difficile à analyser consciencieusement et scientifiquement.

La pose d'une plaquette est encore controversée, pourtant largement utilisées en pratique, elles font débat entre les différents professionnels. Des plaquettes à bord concaves sont parfois préconisées afin de respecter la forme de la voûte plantaire interne du pied. Cependant, beaucoup de soignants et d'études décrivent également des plaquettes à bord droits (12). L'idée qu'elles puissent servir de contre-appui, aider à la diminution des déformations secondaires, et à une meilleure descente du calcaneus dans le sac talonnier, est intéressante. Elle mériterait d'être étudiée.

De plus, la notion de verrouillage de genou semble toujours être au cœur des débats, mais les liens entre les mouvements de la fibula et ceux du talus orienteraient ma vision sur un verrouillage totale de la cheville et du genou ; sachant que les attelles de DB et PM reposent sur le « kicking » (7) au contraire de l'UFAO. Ce blocage du genou pourrait alors hypothétiquement éviter des rotations du pieds. Cela mérite des études plus poussées car aucun consensus n'a été trouvé concernant cette modalité et les auteurs ne semblent pas d'accord.

Les conditions de moulage de ces attelles sont également importantes afin de faciliter le travail du MK. Un enfant trop agité ne permettra pas un bon moulage et induira trop d'erreurs, et donc un moindre maintien du pied. Une prise de contact avec l'enfant semble alors nécessaire et pourra être faite en même temps que la réalisation des mobilisations. Une pièce calme est nécessaire, et le MK peut demander aux parents de nourrir l'enfant pendant la confection de l'attelle afin de le garder calme et d'attirer son attention sur autre chose.

Tab. II : Récapitulatif des contentions

Attelles Mono-barres (FAB)		Orthèses unilatérales (UFAO)
Denis-Brown	Ponseti-Mitchell	Attelles thermoformées
Principe de « kicking »		Verrouillage du genou, plaquettes (bord droit ou concave)
Reproductibles, efficaces (dans les études)		Remboursées, sur-mesure
Moins compliantes, non remboursées en totalité	Non remboursées en totalité	Opérateurs dépendants, peu étudiées, multiples modalités

Les attelles de PM ont montré leur efficacité, mais se veulent plus coûteuses que les thermoformées, dont l'effet est plus difficilement évaluable. Le choix de l'attelle doit donc se faire en fonction de l'expérience et formation du kinésithérapeute (7), en concertation avec les parents et le chirurgien (9).

La surveillance et l'information des parents sont importantes afin de permettre le meilleur taux de compliance possible. L'utilisation de l'attelle doit être apprise aux parents et l'influence d'un manque d'adhésion thérapeutique sur les récurrences doit leur être explicitée. Les MK hospitaliers et libéraux devront assurer une bonne surveillance des affections cutanéotrophiques (en plus de les inculquer aux parents), ainsi que la bonne taille des bottillons de PM qui doivent être parfaitement adaptés aux pieds, et donc être changés lorsqu'ils deviennent trop petits pour l'enfant. Cela doit être fait au cas par cas selon les nourrissons.

C'est autour d'un an que l'enfant commence à marcher. A ce propos, les auteurs ne sont pas tous d'accord, mais les protocoles décrivent de plus en plus l'arrêt du port continu de l'attelle à partir de la marche (contre l'arrêt au bout de 3 ou 4 mois chez Ponseti). D'après l'ensemble des publications portant sur ce sujet, plus la durée de contention est longue, moins le risque de récurrences est grand. Après la marche, les contentions devraient donc être portées la nuit et cela jusqu'à 4 ans minimum (âge donné pour tous les traitements).

7.3 Analyse et comparaison des deux méthodes

Aux vues de ce que nous avons pu analyser, l'alternative de la **méthode mixte** semble se dessiner, et paraît être le meilleur compromis afin d'allier de bons résultats morphologiques et fonctionnels, sans trop de recours à la chirurgie invasive (libératrice). Les essais de méthode mixte de Canavese et al (10,11) sont les seuls documents scientifiques qui nous permettent d'aborder cette technique. Leur protocole se rapproche grandement de celui mis en place au CHU de Dijon, sauf concernant le recours à la TPCA, qui n'est pas appliqué dans la méthode Dijonnaise.

Concernant cet acte chirurgical mini-invasif, le consensus n'est toujours pas acté, même s'il apparaît que beaucoup s'accordent sur le fait qu'elle montre un rapport bénéfice/risque favorable, réduisant largement le risque de récurrences (26,40). La mise en place de la TPCA peut alors être proposée pour les pieds les plus raides, laissant la libre appréciation au chirurgien pour les déformations légères et modérées.

Cependant, pour mettre en place une technique hybride, il faut qu'un praticien MK, formé pour ce type de prise en charge, soit disponible non loin de l'habitat des parents. Autrement, les coûts et déplacements augmentent et peuvent faire diminuer la compliance au traitement mixte. Dans ce cas, deux options se dessinent :

- Le choix d'une méthode de **Ponseti simple**, qui a largement fait preuve de son efficacité (43),
- L'**apprentissage** des mobilisations aux parents via des séances d'ETP intensives (47).

L'ajout de séances de kinésithérapie pluri-hebdomadaires permettrait d'améliorer :

- La **souplesse** des articulations (12),
- Le gain d'**amplitude** plus rapide (58) (permettant d'éviter une potentielle déformation osseuse),
- Un gain de **force** et d'**agilité** améliorant la marche (42).

La méthode mixte augmente également le nombre d'intervenants entre les MK hospitaliers et libéraux. En pratique, il y a souvent une collaboration entre les MK salariés et libéraux : les premiers réalisent les attelles et le suivi de l'évolution du pied et font le lien avec le chirurgien, et les libéraux réalisent les soins hebdomadaires de mobilisations.

La méthode hybride comme précédemment décrite serait alors plus pertinente à long terme avec un suivi et une surveillance fonctionnelle (10,58). Le kinésithérapeute formé doit apporter une correction et un maintien adaptés, en fonction de ses connaissances anatomiques (64), mais également en s'inscrivant dans une démarche d'ETP avec les parents (42) ; ce qui permet au traitement d'être le plus optimal possible.

Le choix d'ajouter de la kinésithérapie peut donc se faire en fonction des variables que les soignants veulent mettre en avant. La comparaison des deux techniques vous est présentée en annexe X.

En France, il apparaît donc plus efficient et pratique d'utiliser une méthode mixte, avec ajout de séances de kinésithérapie durant la phase de maintien, selon le protocole de Ponseti. Cette méthode offre un meilleur suivi pouvant **améliorer la compliance**, et permet d'apporter une prise en charge **personnalisée** à chaque famille, tout en garantissant une bonne correction, tant anatomique que fonctionnelle.

Le MK se place donc dans un rôle d'informateur et gardien du bon maintien de la correction (de la bonne compliance), en plus d'assurer la bonne mobilité et souplesse du pied.

7.4 Pistes d'investigations futures

Il paraît évident que les MK ont un rôle important à jouer dans les futures recherches, surtout concernant les contentions puisqu'ils apparaissent comme les principaux applicateurs de leurs modalités. Des études centrées sur les attelles thermoformées seraient des plus pertinentes afin de définir les modalités les plus efficientes concernant les plaquettes, ou le verrouillage.

Il y a également peu d'études à fort niveau de preuve dans ce travail puisque beaucoup des études trouvées sont de simples études prospectives et rétrospectives avec souvent des très faibles échantillons. Le double aveugle paraît impossible à réaliser dans l'application d'un traitement sur une population pédiatrique, et même peu pertinent puisque l'effet « placebo » paraît limité sur des patients nourrissons.

Les recommandations nationales n'abordent pas le sujet de la durée du suivi du MK. On pourrait alors imaginer un programme de surveillance fonctionnelle permettant une bonne adaptation de la cheville et du pied de l'enfant dans son quotidien.

Une durée de suivi longue pourrait permettre la surveillance de paramètres pouvant être estimés comme fragiles, en conséquence de la TPCA. Cela pourrait permettre une prise en charge précoce du moindre problème repéré de type rétractions ou faiblesse musculaires, surtout concernant les groupes périarticulaires de la cheville et plus particulièrement le TS avec surveillance de son efficacité dans la marche et les sauts, ou encore d'une potentielle gêne dans la pratique d'un sport. Il pourrait alors découler une ETP de l'enfant lui permettant de prendre en charge tout seul ses douleurs ou raideurs lorsqu'elles apparaissent afin de le rendre acteur de son traitement.

Il apparaît également que les techniques choisies dépendent beaucoup de la formation des soignants locaux. Il y a donc une nécessité de se rapprocher du terrain et la pratique professionnelle qui sont les plus à même à répondre à des modalités pratiques terrains. Ce domaine pourrait être étoffé avec un questionnaire pertinent, interrogeant les professionnels experts MK et les chirurgiens sur leurs avis concernant les modalités de traitement. Un autre questionnaire à destination des parents permettrait également d'apprécier leurs avis en fonction de la méthode appliquée sur leurs enfants, mais également concernant les coûts engendrés par les déplacements et les contentions. L'analyse des résultats de tels questionnaires orienterait vers des programmes d'ETP spécifiques.

Malgré le fait que cette pathologie soit connue et traitée depuis des siècles, les techniques montrent encore des désaccords. On observe tout de même que le MK a toujours été présent dans la rééducation de cette déformation et se veut de plus en plus présent. Il pourrait même présenter des protocoles de maintien fonctionnel sur un plus long terme.

Bibliographie

1. Toutânkhamon : le pharaon avait un pied bot [Internet]. Mes Pieds. 2015 [cité 7 sept 2021]. Disponible sur: <http://piedbot-ponseti.fr/toutankhamon-le-pharaon-avait-un-pied-bot/>
2. Chotel F, Wicart P, Kohler R. Le pied de l'enfance...à l'adolescence - SOFOP. Montpellier: SAURAMPS MEDICAL. 2014. 348 p.
3. Docquier P-L, Vandergugten S, De Wouters S, Mahaudens P, Paul S. Pied - Orthopédie pédiatrique [Internet]. [cité 20 janv 2021]. Disponible sur: <http://www.orthopedie-pediatrique.be/index.php/fr/traumatologie-pediatrique/membre-inferieur/pied>
4. Dobbs MB, Gurnett CA. Update on Clubfoot: Etiology and Treatment. Clin Orthop. mai 2009;467(5):1146-53.
5. Fassier A. Pied bot varus équin et autres malformations congénitales des pieds. J Pédiatrie Puériculture. déc 2016;29(6):310-23.
6. Ordre des masseur-kinésithérapeutes. Découvrir le métier [Internet]. Ordre des masseurs-kinésithérapeutes. 2021 [cité 3 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.ordremk.fr/je-suis-etudiant/decouvrir-le-metier/>
7. Chotel F, Berard J. Le traitement orthopédique du pied bot varus équin de la naissance à l'âge de la marche. In: Le pied de l'enfant - Chirurgie et orthopédie - SOFOP. Montpellier: SAURAMPS MEDICAL. 2001. p. 289-304.
8. Aflalo M. Formation PBVE et déformations du pied du nourrisson [Internet]. RKBE. [cité 15 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.rkbe.fr/pbve-et-deformation-du-pied-du-nourrisson-diagnostic-et-traitement-fonctionnel/>
9. HAS. Masso-kinésithérapie et traitement orthopédique des déformations congénitales isolées du pied au cours des six premiers mois de la vie [Internet]. Haute Autorité de Santé. 2004 [cité 15 févr 2020]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/jcms/c_272303/fr/masso-kinesitherapie-et-traitement-orthopedique-des-deformations-congenitales-isolees-du-pied-au-cours-des-six-premiers-mois-de-la-vie
10. Canavese F, Mansour M, Moreau-Pernet G, Gorce Y, Dimeglio A. The hybrid method for the treatment of congenital talipes equinovarus: preliminary results on 92 consecutive feet. J Pediatr Orthop Part B. mai 2017;26(3):197-203.
11. Canavese F, Mansour M, Souchon L, Samba A, Dimeglio A. The 'Hybrid method' for the treatment of congenital clubfoot. Ann Transl Med. 1 juill 2021;9.
12. Rampal V, Chamond C, Barthes X, Glorion C, Seringe R, Wicart P. Long-term results of treatment of congenital idiopathic clubfoot in 187 feet: outcome of the functional « French » method, if necessary completed by soft-tissue release. J Pediatr Orthop. janv 2013;33(1):48-54.
13. Avilucea FR, Szalay EA, Bosch PP, Sweet KR, Schwend RM. Effect of cultural factors on outcome of Ponseti treatment of clubfeet in rural America. J Bone Joint Surg Am. 1 mars 2009;91(3):530-40.

14. Lavy CBD, Mannion SJ, Mkandawire NC, Tindall A, Steinlechner C, Chimangeni S, et al. Club foot treatment in Malawi - a public health approach. *Disabil Rehabil.* 15 juin 2007;29(11-12):857-62.
15. Hunter JB. Clubfoot. *Surg Oxf.* 1 janv 2004;22(1):14-7.
16. Aulie VS, Halvorsen VB, Brox JJ. Motor abilities in 182 children treated for idiopathic clubfoot: a comparison between the traditional and the Ponseti method and controls. *J Child Orthop.* 1 août 2018;12(4):383-9.
17. Dufour M, Langlois K, Pillu M, Del Valle Acedo S. *Biomécanique fonctionnelle.* Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2017. 568 p.
18. Trost O, Trouilloud P. *Introduction à l'anatomie.* 2^e éd. Paris: Ellipses; 2013. 528 p. (Les cours de PACES).
19. Jeans KA, Karol LA, Erdman AL, Stevens WR. Functional Outcomes Following Treatment for Clubfoot: Ten-Year Follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 5 déc 2018;100(23):2015-23.
20. Seringe R. Pied bot varus équin. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur.* 1 juin 2006;92(4):401-3.
21. Owen RM, Capper B, Lavy C. Clubfoot treatment in 2015: a global perspective. *BMJ Glob Health* [Internet]. sept 2018 [cité 16 nov 2020];3(4). Disponible sur: <https://gh.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjgh-2018-000852>
22. Bergerault F, Fournier J, de Bodman C, de Courtivron B, Bonnard C. Prise en charge initiale du pied bot varus équin en 2012, en France. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* juin 2014;100(4):87-S90.
23. Siapkara A, Duncan R. Congenital talipes equinovarus: a review of current management. *J Bone Joint Surg Br.* août 2007;89(8):995-1000.
24. Cosma D, Vasilescu DE. A Clinical Evaluation of the Pirani and Dimeglio Idiopathic Clubfoot Classifications. *J Foot Ankle Surg.* 1 juill 2015;54(4):582-5.
25. Tahririan MA, Ardakani MP, Kheiri S. Can clubfoot scoring systems predict the number of casts and future recurrences in patients undergoing Ponseti method? *J Orthop Surg.* 5 avr 2021;16(1):238.
26. Ponseti I, Morcuende JoseA, Pirani S, Mosca V, Penny N, Dietz F, et al. *Le pied bot : la méthode Ponseti* [Troisième édition] [Internet]. SOFOP. 2009 [cité 20 août 2020]. Disponible sur: https://www.sofop.org/fr/bib/monographie/le-pied-bot-la-methode-ponseti-troisieme-edition-/tex_id/127
27. Qu'est-ce qu'un pied bot ? [Internet]. soigner un pied bot. 2019 [cité 19 août 2021]. Disponible sur: <https://www.soignerunpiedbot.com/qu-est-ce-qu-un-pied-bot/>
28. Seringe R. Anatomie pathologique physiopathologie du pied bot varus équin congénital [Internet]. DOCPLAYER. [cité 16 juill 2020]. Disponible sur: <http://docplayer.fr/23262637->

Anatomie-pathologique-physiopathologie-du-pied-bot-varus-equin-congenital-par-raphael-seringe.html

29. Hallux Rigidus ou Dorsal Bunion - Clinique du sport Bordeaux - Mérignac [Internet]. [cité 16 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.cliniquedusport-bx.fr/Hallux-Rigidus-ou-Dorsal-Bunion>
30. Bina S, Pacey V, Barnes EH, Burns J, Gray K. Interventions for congenital talipes equinovarus (clubfoot). Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 2020 [cité 24 août 2021];(5). Disponible sur: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD008602.pub4/full>
31. Singh AK, Roshan A, Ram S. Outpatient taping in the treatment of idiopathic congenital talipes equinovarus. Bone Jt J. 1 févr 2013;95-B(2):271-8.
32. Besselaar AT, Sakkers RJB, Schuppers HA, Witbreuk MMEH, Zeegers EVCM, Visser JD, et al. Guideline on the diagnosis and treatment of primary idiopathic clubfoot. Acta Orthop. juin 2017;88(3):305-9.
33. Mayrargue E. l'attelle de Ponseti Mitchells dans le traitement du pied bot varus équin selon la méthode de Ponseti [Internet]. CHU de Nantes. [cité 2 août 2021]. Disponible sur: <https://www.chu-nantes.fr/l-attelle-de-ponseti-mitchells-dans-le-traitement-du-pied-bot-varus-equin-selon-la-methode-de-ponseti>
34. Dimeglio A, Canavese F. The French functional physical therapy method for the treatment of congenital clubfoot. J Pediatr Orthop Part B. janv 2012;21(1):28-39.
35. Delaby J-P, Souchet P. Traitement du pied bot varus équin : stratégies thérapeutiques. Mens Prat Tech Kinésithérapeute [Internet]. 10 sept 2014 [cité 28 juill 2021];557. Disponible sur: <https://www.ks-mag.com/article/747-traitement-du-pied-bot-varus-equin-strategies-therapeutiques>
36. Attelle UNI-BAR (attelle DENIS BROWN universelle) [Internet]. Orthopédie des Sentes. [cité 16 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.ortholilas.com/attelle-uni-bar-denis-brown-mayzaud,fr,4,attelleunibar.cfm>
37. Chotel F, Parot R. Sécurité sociale [Internet]. soigner un pied bot. 2019 [cité 16 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.soignerunpiedbot.com/securite-sociale/>
38. Chotel F, Parot R. Bandages de Finck [Internet]. soigner un pied bot. 2019 [cité 16 nov 2020]. Disponible sur: <https://www.soignerunpiedbot.com/bandages-de-finck/>
39. Abdi R, Hajzargarbashi R, Baghdadi T, Shirazi MR, Omidnia B, Tajik H. Effect of a modified dynamic accordion hinge Denis Browne brace on the success rate of the Ponseti method in idiopathic clubfoot: a preliminary study. J Pediatr Orthop Part B. mars 2017;26(2):112-5.
40. Gottschalk HP, Karol LA, Jeans KA. Gait analysis of children treated for moderate clubfoot with physical therapy versus the Ponseti cast technique. J Pediatr Orthop. mai 2010;30(3):235-9.

41. Haft GF, Walker CG, Crawford HA. Early clubfoot recurrence after use of the Ponseti method in a New Zealand population. *J Bone Joint Surg Am.* mars 2007;89(3):487-93.
42. Seegmiller L, Burmeister R, Paulsen-Miller M, Morcuende J. Bracing in Ponseti Clubfoot Treatment: Improving Parental Adherence Through an Innovative Health Education Intervention. *Orthop Nurs.* mars 2016;35(2):92-7.
43. Ganesan B, Luximon A, Al-Jumaily A, Balasankar SK, Naik GR. Ponseti method in the management of clubfoot under 2 years of age: A systematic review. *PLoS ONE* [Internet]. 20 juin 2017 [cité 16 nov 2020];12(6). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5478104/>
44. Zionts LE, Frost N, Kim R, Ebrahimzadeh E, Sangiorgio SN. Treatment of idiopathic clubfoot: experience with the Mitchell-Ponseti brace. *J Pediatr Orthop.* nov 2012;32(7):706-13.
45. Panjavi B, Sharafatvaziri A, Zargarbashi RH, Mehrpour S. Use of the Ponseti method in the Iranian population. *J Pediatr Orthop.* mai 2012;32(3):11-4.
46. Morgenstein A, Davis R, Talwalkar V, Iwinski H, Walker J, Milbrandt TA. A randomized clinical trial comparing reported and measured wear rates in clubfoot bracing using a novel pressure sensor. *J Pediatr Orthop.* mars 2015;35(2):185-91.
47. Nilgün B, Suat E, Engin Şİ, Fatma U, Yakut Y. Short-term results of intensive physiotherapy in clubfoot deformity treated with the Ponseti method. *Pediatr Int.* 2011;53(3):381-5.
48. Little Z, Yeo A, Gelfer Y. Poor Evertor Muscle Activity Is a Predictor of Recurrence in Idiopathic Clubfoot Treated by the Ponseti Method: A Prospective Longitudinal Study With a 5-Year Follow-up. *J Pediatr Orthop.* juill 2019;39(6):467-71.
49. Hallaj-Moghaddam M, Moradi A, Ebrahimzadeh MH, Habibzadeh Shojaie SR. Ponseti Casting for Severe Club Foot Deformity: Are Clinical Outcomes Promising? *Adv Orthop* [Internet]. 10 févr 2015 [cité 13 sept 2021];2015. Disponible sur: <https://www.hindawi.com/journals/aorth/2015/821690/>
50. Richards BS, Faulks S, Rathjen KE, Karol LA, Johnston CE, Jones SA. A comparison of two nonoperative methods of idiopathic clubfoot correction: the Ponseti method and the French functional (physiotherapy) method. *J Bone Joint Surg Am.* nov 2008;90(11):2313-21.
51. George HL, Unnikrishnan PN, Garg NK, Sampath J, Bruce CE. Unilateral foot abduction orthosis: is it a substitute for Denis Browne boots following Ponseti technique? *J Pediatr Orthop Part B.* janv 2011;20(1):22-5.
52. Chotel F, Wicart P. Controverse sur le traitement du pied bot varus équin [Internet]. 2007 [cité 20 août 2021]. Disponible sur: https://www.soignerunpiedbot.com/wp-content/uploads/presentations/controverse_fichiers/frame.htm
53. Zapata KA, Karol LA, Jeans KA, Jo C-H. Gross Motor Function at 10 Years of Age in Children With Clubfoot Following the French Physical Therapy Method and the Ponseti Technique. *J Pediatr Orthop.* oct 2018;38(9):519-23.

54. Wicart P, Richardson J, Maton B. Adaptation of gait initiation in children with unilateral idiopathic clubfoot following conservative treatment. *J Electromyogr Kinesiol.* 1 déc 2006;16(6):650-60.
55. Lööf E, Andriesse H, André M, Böhm S, Broström EW. Gait in 5-year-old children with idiopathic clubfoot: A cohort study of 59 children, focusing on foot involvement and the contralateral foot. *Acta Orthop.* 2 sept 2016;87(5):522-8.
56. Mindler GT, Kranzl A, Lipkowski CAM, Ganger R, Radler C. Results of gait analysis including the Oxford foot model in children with clubfoot treated with the Ponseti method. *J Bone Joint Surg Am.* 1 oct 2014;96(19):1593-9.
57. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition [Internet]. Shirley Ryan AbilityLab. 2017 [cité 8 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/bruininks-oseretsky-test-motor-proficiency-second-edition>
58. Tarakci D, Leblebici G, Tarakci E, Bursali A. The effectiveness of three-phase physiotherapy program in children with clubfoot after Ponseti treatment. *Foot Ankle Surg Off J Eur Soc Foot Ankle Surg.* 11 mars 2021;S1268-7731(21)00040-0.
59. Manousaki E, Czuba T, Hägglund G, Mattsson L, Andriesse H. Evaluation of gait, relapse and compliance in clubfoot treatment with custom-made orthoses. *Gait Posture.* oct 2016;50:8-13.
60. Aflalo M. Confection d'attelles - Pied Bot Varus Equin ou PBVE [Internet]. RKBE. 2021 [cité 15 sept 2021]. Disponible sur: <https://www.rkbe.fr/confection-dattelles/>
61. Ameli. Liste des produits et prestations - LPP [Internet]. ameli.fr. 2020 [cité 26 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.ameli.fr/etablissement/exercice-professionnel/nomenclatures-codage/lpp>
62. Bottillon correcteur Neutral [Internet]. Orthopédie des Sentes. [cité 26 déc 2020]. Disponible sur: <https://www.ortholilas.com/bottillons-correcteurs-neutral-mayzaud,fr,4,bottillonsneutral.cfm>
63. Gelfer Y, Durham S, Daly K, Shitrit R, Smorgick Y, Ewins D. The effect of neuromuscular electrical stimulation on congenital talipes equinovarus following correction with the Ponseti method: a pilot study. *J Pediatr Orthop Part B.* sept 2010;19(5):390-5.
64. Ordre des masseurs-kinésithérapeutes. Le référentiel de la profession. [Internet]. 2012 [cité 8 janv 2021]. Disponible sur: <https://www.ordremk.fr/actualites/ordre/le-referentiel-du-masseur-kinesitherapeute-et-du-masseur-kinesitherapeute-osteopathe/>
65. Ezeukwu A, Maduagwu S. Physiotherapy management of an infant with Bilateral Congenital Talipes Equino varus. *Afr Health Sci.* sept 2011;11(3):444-8.
66. McElroy T, Konde-Lule J, Neema S, Gitta S, Uganda Sustainable Clubfoot Care. Understanding the barriers to clubfoot treatment adherence in Uganda: a rapid ethnographic study. *Disabil Rehabil.* 15 juin 2007;29(11-12):845-55.

67. Kazibwe H, Struthers P. Barriers experienced by parents of children with clubfoot deformity attending specialised clinics in Uganda. Trop Doct. janv 2009;39(1):15-8.
68. Kim S, Goldstein RY, Park J, Shapiro P, Yoo AE, Sala DA, et al. Idiopathic clubfoot treated with the Ponseti method: factors associated with patient follow-up. Bull Hosp Jt Dis 2013. 2014;72(3):204-9.

Source de la photo de couverture : Pixabay.com, banque d'image libre de droit :

<https://pixabay.com/fr/photos/b%C3%A9b%C3%A9-nouveau-n%C3%A9-pieds-de-b%C3%A9b%C3%A9-pieds-4077353/>

Table des annexes

Annexe I : Le score de Pirani

Annexe II : La classification de Diméglio

Annexe III : Série de plâtres issue du protocole Ponseti

Annexe IV : Mobilisations utilisées dans la réduction de la déformation

Annexe V : Une attelle de Denis Brown

Annexe VI : Tableau des mots clés

Annexe VII : Tableau des équations

Annexe VIII : Présentation des résultats

Annexe IX : Questionnaire « The Pediatric Outcomes Data Collection Instrument » (PODCI) – résultats de l'étude de Avilucea et al (13).

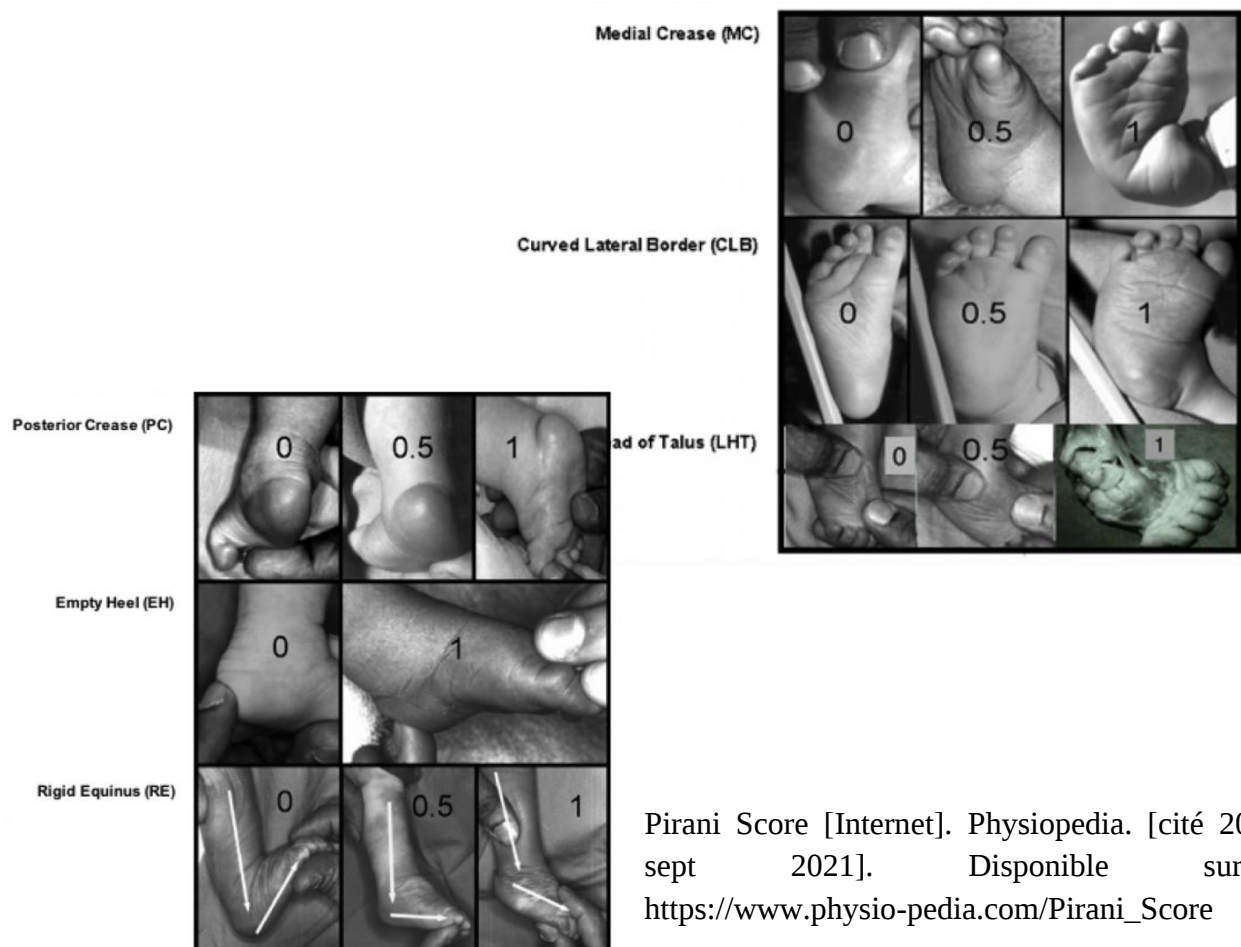
Annexe X : Comparaison des deux méthodes présentées

Annexe I : Le score de Pirani

Parameters	Mild	Moderate	Severe
Midfoot			
Curved lateral border	0	0.5	1
Medial foot crease	0	0.5	1
Talar head coverage	0	0.5	1
Hindfoot			
Posterior crease	0	0.5	1
Rigid equinus	0	0.5	1
Empty heel	0	0.5	1

Maximum score is 6; Minimum score is 0. Higher the score, the more severe the deformity.

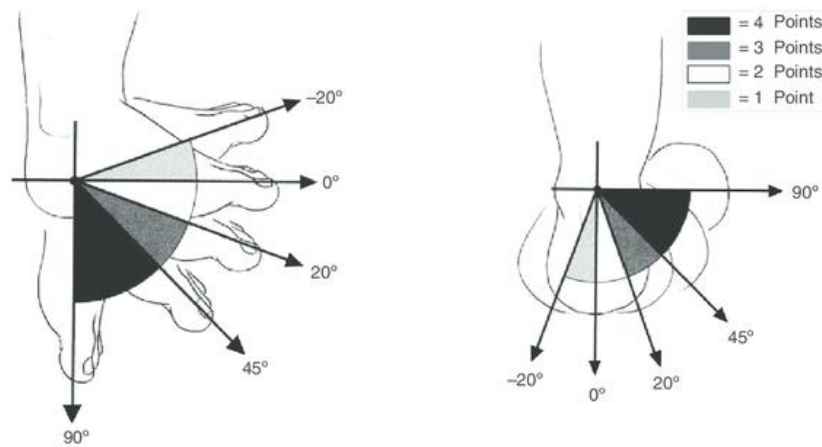
Modified Pirani score. [Internet]. ResearchGate. [cité 20 sept 2021]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/figure/Modified-Pirani-score_tbl1_329918141



Pirani Score [Internet]. Physiopedia. [cité 20 sept 2021]. Disponible sur: https://www.physio-pedia.com/Pirani_Score

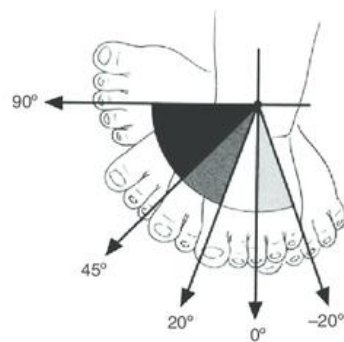
Annexe II : La classification de Diméglio

Grade	Type	Frequency, %	Score
I	Benign	20	(<5)
II	Moderate	23	(=5<10)
III	Severe	35	(=10<15)
IV	Very severe	12	(=15<20)

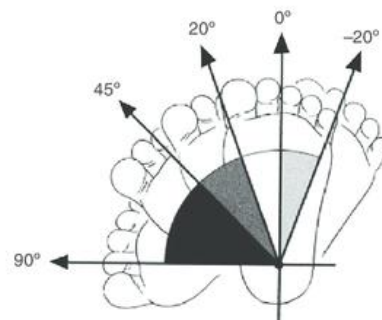


Equinus assessment in the sagittal plane

Varus assessment in the frontal plane



Derotation assessment of the calcaneal-foot block in the horizontal plane



Forefoot assessment in relation to the hindfoot in the horizontal plane

Congenital clubfoot assessment according to the severity scale

Features:	Points	Features:	Points
Reproducibility		Other parameters	
90°-45°	4	Posterior fold	1
45°-20°	3	Medial fold	1
20°-0°	2	Cavus	1
<0° to -20°	1	Poor muscle condition	1

Dimeglio classification (Source: Tripathy et al. 12). [Internet]. ResearchGate. [cité 20 sept 2021]. Disponible sur: https://www.researchgate.net/figure/Dimeglio-classification-Source-Tripathy-et-al-12_fig1_306023696

Annexe III : Série de plâtres issue du protocole Ponseti



Image issue de : Chotel F, Berard J. Le traitement orthopédique du pied bot varus équin de la naissance à l'âge de la marche. In: Le pied de l'enfant - Chirurgie et orthopédie - SOFOP. SAURAMPS MEDICAL. Montpellier; 2001. p. 289-304.

Annexe IV : Mobilisations utilisées dans la réduction de la déformation



A : Etirement de l'arche interne

B : Dérotation du bloc calcanééo-pédieux sous le talus

C : Etirement du tendon d'Achille

D : Stimulation des muscles fibulaires

Image issue de : Chotel F, Berard J. Le traitement orthopédique du pied bot varus équin de la naissance à l'âge de la marche. In: Le pied de l'enfant - Chirurgie et orthopédie - SOFOP. SAURAMPS MEDICAL. Montpellier; 2001. p. 289-304

Annexe V : Une attelle de Denis Brown



**Fig. 16 : Attelle de Denis Browne nouvelle génération.
La sandale en cuir est solidarisée à la barre plastique par une
plaquette facilement encliquetable sur une rotule autorisant
3 degrés de liberté.**

Image issue de : Chotel F, Berard J. Le traitement orthopédique du pied bot varus équin de la naissance à l'âge de la marche. In: Le pied de l'enfant - Chirurgie et orthopédie - SOFOP. SAURAMPS MEDICAL. Montpellier; 2001. p. 289-304.

Annexe VI : Tableau des mots clés

Mots clés français	Traduction anglaise
Pied bot varus équin, Talipes equinovraus H	(congenital) Clubfeet, (congenital) clubfoot, (congenital) talipes equinovarus H
Méthode Ponseti	Ponseti method
Méthode mixte/hybride	Hybrid method
Kinésithérapie H	Physical therapy, Physiotherapy H
Méthode fonctionnelle	French method
Récidives	Relapses
Amplitudes articulaires, flexibilité articulaire H	Range of motion, joint range of motion H
Observance, compliance H	Patient compliance/cooperation/adherence H
Dépenses de santé H	Health expenditure H
Triceps sural	Triceps surae
Orthèse de maintien H	Brace H
Démarche H	Gait H

Annexe VII : Tableau des équations

Equations de recherche	Base de données	Occurrences avant sélection
(1) « Talipes equinovarus »	PEDro	4 ➔ 2
(2) « Talipes equinovarus » AND « hybrid method »	PubMed ScienceDirect	9 ➔ 4 12 ➔ 2
(3) "Talipes equinovarus" AND "physical therapy" AND "patient compliance"	PubMed ScienceDirect	25 ➔ 24 85 ➔ 13
(4)(("Talipes equinovarus") AND ("Ponseti method")) AND ("French method")) AND (relapses)) AND ("Triceps surae")) AND ("range of motion")	PubMed ScienceDirect	2 ➔ 2 4 ➔ 2
(5)((("Congenital clubfoot") AND (Physiotherapy))	Pubmed ScienceDirect	465 ➔ 12 290 ➔ 3
(6)((("Congenital clubfoot") AND (Physiotherapy)) AND ("health expenditures"))	PubMed ScienceDirect	1 ➔ 1 23 ➔ 23
(7)("congenital clubfoot" OR "pie torcido" OR "talipes equinovarus") AND "physiotherapy"	Pubmed Cochrane	88 ➔ 66 1 ➔ 1
(8)("congenital clubfoot") AND (gait)	Pubmed	251 ➔ 117
(9) (("congenital clubfoot") AND ("physical therapy")) AND (brace)	PubMed ScienceDirect	3 ➔ 1 24 ➔ 13

➔ : application des critères de sélection

Annexe VIII : Présentation des résultats

Référence, titre, auteurs, date et sources	Etude, population et période de suivi	Méthode (traitement et classification utilisés)	Hypothèse(s) et/ou but de l'étude	Résultats	Biais, limites et remarques
Long-term Results of Treatment of Congenital Idiopathic Clubfoot in 187 Feet: Outcome of the Functional "French" Method, if Necessary Completed by Soft-tissue Release. V. Rampal, C.Chamond, X. Barthes, et al. 2013 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> :187 pieds/129 patients traité de 1983 à 1991. <u>Suivi après traitement</u> : jusqu'à 14,9 ans en moyenne (de 7 à 23 ans)	<u>Classification utilisée</u> : Diméglio <u>Traitement mis en place</u> : FPT avant l'âge de 6 mois (70% avant l'âge d'un mois)	Evaluer les résultats à moyen et long terme de la FPT ainsi que ceux des patients ayant nécessité une libération des tissus mous par manque de traitement fonctionnel	+ de 97% de bons à très bons résultats (évalué par score de Ghanem et Seringe) - de 2% des pieds présentaient une insuffisance tricipitale. 11 enfants ont nécessité une série de plâtres dont 2 non compliants. 45% de recours à la chirurgie dont 60% avant 2 ans.	La méthode de traitement à été mise en place il y a très longtemps. Les méthodes ont différé depuis et des recommandations ont été faites. L'échantillon reste mince malgré qu'il au-dessus de la moyenne pour cette pathologie.
Ponseti method in the management of clubfoot under 2 years	<u>Type</u> : revue systématique (12 études)	<u>Classification utilisée</u> : Pirani et Diméglio	Réunir les données de 12 études sur la mise en place d'une méthode de	Les récides apparaissaient dans 9 des 12 études, pour la	La compliance est différemment définie selon les études. Cinq

of age: A systematic review. B. Ganesan, A. Luximon, A. Al-Jumaily et al. 2017 Plos One	<u>Articles</u> : de janvier 2000 à septembre 2015	<u>Traitement mis en place</u> : méthode Ponseti	Ponseti et ses effets sur des nourrissons de moins de 2 ans. Les score de Pirani et de Diméglio étaient analysés en plus des taux de récurrences et des amplitudes articulaires.	plupart liée au manque de compliance de la contention ou encore aux revenus des parents.	études ompare Ponseti à Kite. La méthode Kite est depuis longtemps mise à l'écart par rapport à la Ponseti.
Effect of a modified dynamic accordion hinge Denis Browne brace on the success rate of the Ponseti method in idiopathic clubfoot: a preliminary study. R. Abdi, R. Hajzargarbashi, T. Baghdadi, et al. 2012 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> : 145 pieds/90 patients <u>Suivi après traitement</u> : 36 mois en moyenne	<u>Classification utilisée</u> : Diméglio <u>Traitement mis en place</u> : Méthode de Ponseti avec TPCA dans 95% des cas L'attelle « accordéon » était portée 23h/j pendant 3 mois, puis la nuit pendant 4 ans. Les parents ont été éduqué à l'utilisation et le positionnement de l'attelle.	Présenter un nouveau design de l'attelle de DB (en accordéon), et évaluer son efficacité dans la compliance et la réduction des récurrences après correction du pied.	Les auteurs ont retrouvé 10.3% de non-compliance et 7.5% de récurrence dont plus de la moitié faisaient partie du groupe non-compliant.	Petit échantillon avec un suivi assez court montrant un faible niveau de preuves.

Effect of Cultural Factors on Outcome of Ponseti Treatment of Clubfeet in Rural America. FR. Avilucea, EA. Szalay, PP. Bosch, et al. 2009 <i>The Journal of Bone and Joint Surgery</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> : 138 pieds/100 patients traités de 2003 à 2006 <u>Suivi après traitement</u> : au minimum 25 mois	<u>Classification utilisée</u> : Pirani <u>Traitement mis en place</u> : méthode de Ponseti avec attelle de DB avec information et distribution de questionnaires aux parents.	La réussite de la méthode de Ponseti est corrélée à la catégorie économique des parents associé à la distance entre leur domicile et le lieu de soins.	Meilleure amélioration du score de Pirani pour le groupe urbain. Différence significative du nombre de récurrences entre groupe urbain/rural. Non-compliance pour 18 ruraux contre 7 urbains. Impact des informations socio-économiques des parents (risque augmenté de récurrences).	210 patients initiaux. Exclusions bien exposées mais patients inclus à 50/50 entre urbain et ruraux (symétrie étrange). Aucune différence significative inter-praticiens (Pirani). Un questionnaire validé distribué + un autre créé par l'équipe non validé. Système de santé américain différent du français.
Early Clubfoot Recurrence After Use of the Ponseti Method in a New Zealand Population. GF. Haft, CG. Walker, HA. Crawford. 2007	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> : 51 patients/73 pieds <u>Suivi</u> : 35 mois en moyenne	<u>Classification utilisée</u> : Pirani <u>Traitement mis en place</u> : Ponseti avec explications données aux parents.	La compliance de l'attelle d'abduction est liée à la sévérité du pied. Pourquoi les familles n'arrivent pas garder l'attelle sur l'enfant à traiter ?	51% de compliance des patients utilisant l'attelle d'abduction pendant la première année. 41% ont eu des récurrences de la déformation	Petit échantillon de sujets tous traité au même centre de soins (Starship Children's Hospital)

<i>The Journal of Bone and Joint Surgery</i>					
The hybrid method for the treatment of congenital talipes equinovarus: preliminary results on 92 consecutive feet. F. Canavese, M. Mansour, G. Moreau-Permet, et al. 2017 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> : 92 pieds/61 patients traité de mai 2010 à mai 2014 <u>Suivi après traitement</u> : jusqu'à l'âge de 4 ans (suivi d'en moyenne 3 ans)	<u>Classification utilisée</u> : Diméglio <u>Traitement mis en place</u> : protocole hydride entre Ponseti et fonctionnelle Série de plâtres avec plaquettes puis port d'une attelle de PM avec manipulations effectuée 3 à 5 fois/semaines pendant 1 an.	1 : Présenter une potentielle troisième façon de traiter les PBVE (méthode hybride). 2 : Présenter les résultats préliminaires des 61 patients inclus dans cette étude et traité avec la méthode décrite.	Moyenne de flexion dorsale de cheville à 20° au dernier suivi. Chirurgie de reprise pour 8 pieds.	Petit échantillon peu représentatif de la population, tous au même centre de soins. Le suivi moyen s'arrête avant la fin présumée du traitement mis en place.
Gait Analysis of Children Treated for Moderate Clubfoot With Physical Therapy Versus the Ponseti Cast Technique.	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> : 40 pieds modérés/33 patients <u>Suivi après traitement</u> : 2 ans et 4 mois en moyenne	<u>Classification utilisée</u> : Diméglio <u>Traitement mis en place</u> : Ponseti pour 15 patients/17 pieds FPT pour 18 patients/23 pieds	1 : il n'y a pas de différence significative dans la démarche des enfants traités par Ponseti ou par FPT. 2 : les pieds modérés auraient des paramètres de démarche se rapprochant plus de la normale que des pieds	Pas de différence significative entre les sévérités du pied et les 2 méthodes. 82% de Ponseti contre 48% de FPT avec une mobilité de cheville normale à la marche. Cette différence serait due au fait que la TPCA dans la seconde méthode	La démarche "normal" d'un enfant en bas âge est discutable. La population est peu représentative car il y a un petit échantillon tous traités au même centre. Enfin, les pieds dit modéré ont un bien moins grand risque de présenter des récidives ce qui permet la

HP. Gottschalk, LA. Karol, KA. Jeans. 2010 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>			sévères par rapport à des études menées en amont.	était moins souvent réalisée.	réduction des recours à la chirurgies
Treatment of Idiopathic Clubfoot: Experience With the Mitchell-Ponseti Brace. L.E. Zionts, N. Frost, R. Kim, et al. 2012 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> : 57 patients/84 pieds traité de septembre 2006 à juin 2008 <u>Suivi</u> : au minimum 2 ans	<u>Classification utilisée</u> : Diméglio <u>Traitement mis en place</u> : Ponseti avec attelle de PM dont 15 enfants traités après 3 mois de vie	L'attelle de PM pourrait obtenir une meilleure compliance que l'attelle de DB.	90% ont subi une TPCA 40% des parents ont reporté un manque de compliance dans le port d'attelle à une moyenne de 13,1 mois après le début de port. 48% de récurrences à une moyenne d'âge de 24,3 mois hautement corrélé à une situation divorcée des parents et à la compliance.	Petit échantillon peu représentatif. Ce sont les parents qui ont rapporté la compliance de l'attelle, le pourcentage peut être erroné (+ élevé en réalité)
Poor Evertor Muscle Activity Is a Predictor of Recurrence in Idiopathic Clubfoot Treated by the Ponseti Method:	<u>Type</u> : étude longitudinale prospective (de cohorte) <u>Population</u> : 104 patients/172 pieds traités	<u>Classification utilisée</u> : Pirani + analogie au Pirani pour l'activité des éverseurs. <u>Traitement mis en place</u>	L'activité des muscles éverseurs et le second facteur de récurrences après la mauvaise compliance de la FAB.	76 patients avec une bonne activités des éverseurs contre 28 avec une pauvre activité. Aucun des patients avec une bonne activité n'ont	Un des plus grands échantillons avec un long suivi mais toujours peu représentatif. Gelfer s'auto-cite : il y a un conflit d'intérêt.

A Prospective Longitudinal Study With a 5-Year Follow-up. Z. Little, A. Yeo and Y. Gelfer. 2019 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>	de janvier 2010 à mars 2015. <u>Suivi</u> : 62 mois en moyenne	Ponseti avec TPCA si nécessaire		présenté de récurrences (pas recours chirurgical). 67,9% des patients à faible activités ont récidivés et 50% d'entre eux ont nécessité une chirurgie compensatrice. Il y a eu 18,3% de récurrences au total.	Aucune différence entre les deux groupes concernant l'âge, le sexe, le score de Pirani initial, la TPCA, ou encore la compliance d'attelle mais les deux groupes sont inégaux en nombre.
A Randomized Clinical Trial Comparing Reported and Measured Wear Rates in Clubfoot Bracing Using a Novel Pressure Sensor. A. Morgenstein, R. Davis, V. Talwalkar, et al. 2015 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>	<u>Type</u> : essai clinique randomisé monocentré (parents en aveugle) <u>Population</u> : 64 enfants de 0 à 3 ans	<u>Classification utilisée</u> : <u>Traitement mis en place</u> : Ponseti puis FAB. 3 groupes de FAB : avec capteurs fonctionnels (21 patients), avec capteurs non-fonctionnels (24 patients) et sans capteurs (22 patients).	Le taux de port de l'attelle rapporté par les parents aux soignants est supérieur à celui enregistré par des capteurs.	Taux de port de 91.7% pour le premier mois (15 patients), 86.8% pour le deuxième mois (9 patients) et 77.1% pour le troisième mois (7 patients). Pas de différence significative entre le premier et le second mois. Les patients suivis pendant les 3 mois consécutifs présentaient un taux qui diminuait significativement avec le temps.	Petit échantillon peu représentatif. De plus, il y a un haut taux d'abandon pour cause du boîtier de capteurs qui rendait l'attelle plus lourde et moins facile d'utilisation : biaise l'utilisation « normale » d'une attelle de DB. Les pourcentages moyens peuvent varier énormément dû à l'échantillon de plus en plus petit au fil des mois

Use of the Ponseti Method in the Iranian Population. B. Panjavi, A. Sharafatvaziri, R. Haj Zargarbashi, et al. 2012 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> : 78 patients/129 pieds traités de mars 2005 à février 2007 <u>Suivi</u> : en moyenne 24.7 mois	<u>Classification utilisée</u> : Diméglio <u>Traitement mis en place</u> : Méthode Ponseti avec attelle de DB	Evaluer les résultats d'une méthode de Ponseti mise en place dans une population Iranienne et chercher les caractéristiques pouvant affecter le traitement.	Au dernier suivi : 18.6% de récidives à une moyenne de 13.7 mois. 30 pieds (23.3%) ont présenté des défauts de compliance au traitement	
Short-term results of intensive physiotherapy in clubfoot deformity treated with the Ponseti method B. Nilgün, E. Suat, E. Şimşek İbrahim, et al. 2011 <i>Pediatrics International</i>	<u>Type</u> : étude pilote (cas-témoin) <u>Population</u> : 29 patients/40 pieds traités Suivi : 1 mois (mise en place du programme)	<u>Classification utilisée</u> : Diméglio <u>Traitement mis en place</u> : Méthode de Ponseti initiale pour tous puis séparation avec un groupe (20 pieds) subissant le programme de kinésithérapie et l'autre (20 pieds) ayant des étirements routiniers à la maison à faire.	Déterminer l'efficacité d'un programme intensif de kinésithérapie en adjuvant à la méthode de Ponseti.	Aucune différence significative entre tous les paramètres de mobilités évalués sur les deux groupes. Les valeurs étaient même souvent supérieures dans le groupe de cas mais les sévérités du pied y étaient en moyenne plus élevées. Une baisse de la rigidité du pied était observée dans le groupe de cas.	Très faible niveau de preuve et les personnes vivant en dehors de la ville étaient attribués au groupe témoins ne permettant pas d'évaluer l'applicabilité du traitement en toutes circonstances. La TPCA n'était pas systématiquement faite : peut biaiser le résultat final d'un pied.

Relapses in clubfoot treated with Ponseti technique and standard bracing protocol- a systematic analysis A.Agarwal, A. Rastogi, P. Rastogi, et al. 2021 <i>Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma</i>	<u>Type</u> : revue systématique <u>Population</u> : 24 études comprenant au total 2206 patients <u>Suivi</u> : 6 ans en moyenne	<u>Classification utilisée</u> : Non analysée <u>Traitement mis en place</u> : Ponseti	Déterminer le comportement des récurrences avec la méthode de Ponseti et son principe de contention standard en lien avec la durée du suivi. Comparer ces données sur des échéances définies de suivi à 5 et 7 ans.	Le taux de récurrences total était d'en moyenne 28,6%. Au-dessus de 5-7 ans le taux était de 30,8%, au-dessus de 8 ans uniquement, il était de 28,4%. Ces chiffres ne montrent aucune différence significative.	L'étude se limite uniquement à l'analyse des taux de récurrences. Le protocole de contention est difficile à analyser car décrit différemment dans les études sélectionnées (adhérence, durée du protocole).
The effectiveness of three-phase physiotherapy program in children with clubfoot after Ponseti treatment D.Tarakci, G. Leblebici, E. Tarakci, et al. 2021 <i>Foot and Ankle Surgery</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> : 57 patients traité entre février 2016 et mars 2018 <u>Suivi</u> : non renseigné. Patients âgés d'en moyenne 7,26 ans	<u>Classification utilisée</u> : Non analysée <u>Traitement mis en place</u> : Ponseti puis kinésithérapie	Déterminer l'efficacité d'un programme de kinésithérapie en 3 phases (reprenant le principe de phases dans la méthode de Ponseti).	Une différence significative a été observée dans l'amélioration de la flexion dorsale et flexion plantaire de cheville, du one-leg standing test, du sit and stand test, et de la satisfaction au traitement. Seul le paramètre « émotionnel » reste inchangé	Suivi trop court après l'arrêt du programme. Petit échantillon, peu représentatif de la population. Pas de corrélation avec un score initial de déformation.

Idiopathic clubfoot treatment and heterogeneity of current therapeutic strategies: The Ponseti method versus the French functional method (a systematic review) E.de la Taille, J. Sales de Gauzy et M Gaubert Noïrot. 2021 <i>Archives de Pédiatrie</i>	<u>Type</u> : revue systématique <u>Population</u> : 7 études comprenant 780 patients au total <u>Suivi</u> : de 2 à 10 ans en fonction des études	<u>Classification utilisée</u> : Non analysée <u>Traitement mis en place</u> : Ponseti et fonctionnelle	Comparer les techniques de Ponseti et fonctionnelle en traitement des PBVE modérés et sévères. Evaluer l'influence de facteurs tels que le score de Diméglio initial, la TPCA.	Taux de recours à la chirurgie plus bas avec Ponseti. Meilleure force et mobilité de cheville avec la FPT.	Ne prenait pas en compte les déformations les plus sévères (Diméglio > 17)
---	---	--	--	--	--

Outpatient taping in the treatment of idiopathic congenital talipes equinovarus A. K. Singh, A. Roshan et S. Ram 2013 <i>The Bone & Joint Journal</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective (de cohorte) <u>Population</u> : 235 patients/485 pieds traités de septembre 1991 à août 2008	<u>Classification utilisée</u> : Avant 2001, Harrold and Walker. Après 200, ajout du score de Pirani. <u>Traitement mis en place</u> : méthode fonctionnelle avec manipulation et maintien de la correction par strapping.	Présentation d'une méthode hybride avec des strap de Jones puis manipulations de Ponseti, sans TPCA et réduisant le besoin de maintien du pied par contentions	98.5% des pieds étaient plantigrades après la première phase concernant les strapping, 21% d'entre eux ont récidivé dans les 6 mois.	Long suivi qui peut être un avantage comme un inconvénient puisqu'il permet l'étude d'un grand nombre de patient mais peut aussi impliquer des biais dans les méthodes appliquées à cause de la longueur du traitement.
The French functional physical therapy method for the treatment of congenital clubfoot A. Diméglio et F. Canavese. 2012 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>	<u>Type</u> : article de revue		Présentation simple de la FPT sans mise en place d'une étude.	La FPT découle du concept fondamental de Salter : la philosophie du mouvement. Etude de Richards en 2008 : comparaison des résultats entre Ponseti et FPT : même résultats court terme. Un traitement croisé s'est montré bénéfique.	

Gross Motor Function at 10 Years of Age in Children With Clubfoot Following the French Physical Therapy Method and the Ponseti Technique Zapata KA, Karol LA, Jeans KA et al. 2018 <i>Journal of Pediatric Orthopaedics</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective (de cohorte) <u>Population</u> : 172 patients âgés de 10 ans	<u>Classification utilisée</u> : BOT-2 (Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, 2nd edition) <u>Traitement mis en place</u> : méthode fonctionnelle et méthode Ponseti	Evaluer les fonctions motrices d'enfant traités pour un ou deux PBVE idiopathiques	Le groupe traité par la méthode fonctionnelle montre de meilleurs résultats concernant la vitesse et l'agilité à la course, la coordination corporelle et la force et l'agilité. Les PBVE bilatéraux montraient une différence significative en déficit d'équilibre par rapport au unilatéraux.	L'évaluation des paramètres fonctionnels par BOT-2 se fait bien après la fin de tous traitements ce qui permet de ne pas avoir de biais par la réalisation de mobilisations régulières récentes
Bracing in Ponseti Clubfoot Treatment: Improving parental adherence through an innovative health education intervention. Seegmiller L, Burmeister R, Paulsen-Miller M, et al. 2016 <i>Orthopedic Nursing</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective (de cohorte) <u>Population</u> : 172 patients âgés de 10 ans	<u>Classification utilisée</u> : non spécifiée <u>Traitement mis en place</u> : méthode Ponseti	Evaluer la pertinence et l'efficacité d'un programme éducationnel créé dans le but d'améliorer l'observance des parents sur le port de la contention.	Ce programme a permis aux parents d'améliorer leur compréhension par rapport à l'importance de la contention pour éviter les récives, leur habilité à mettre en place correctement l'attelle et à repérer lorsqu'elle est mal placée.	Petit échantillon de parents, et utilisation de questionnaires non validés.

Gait in 5-year-old children with idiopathic clubfoot: A cohort study of 59 children, focusing on foot involvement and the contralateral foot Lööf E, Andriess H, André M et al. 2016 <i>Acta Orthopaedica</i>	<u>Type</u> : étude rétrospective <u>Population</u> : 59 patients âgés de 5.2 ans en moyenne, traité de 2005 à 2008	<u>Evaluation utilisée</u> : <u>Diméglio</u> Paramètres de marche (3D 8-camera system (Vicon, Oxford Metrics, Oxford) et indice de deviation cinétique et cinématique <u>Traitement mis en place</u> : méthode Ponseti	Evaluer la démarche en 3D chez des enfants traités pour PBVE se concentrant sur l'implication du pied.	Pas de différence de démarche entre les PBVE bilatéraux et unilatéraux mais les deux groupes comportaient des déviations e marche par rapport au groupe contrôle.	Petit échantillon pris dans le même centre de soins, très peu représentatif
--	---	---	---	--	--

Annexe IX : Questionnaire « The Pediatric Outcomes Data Collection Instrument » (PODCI) – résultats de l'étude de Avilucea et al (13).

TABLE III PODCI Scores of Functional Outcome Based on Parental Report

	No. of Clubfeet		Functional Score* (points)					
			Transfer and Mobility			Sports and Physical Functioning		
	Urban	Rural	Urban	Rural	P Value	Urban	Rural	P Value
All groups	64	67	97.3 ± 3.8	95.1 ± 6.6	0.04	96.1 ± 4.8	87.7 ± 8.9	<0.0001
Non-Hispanic white	24	14	98.1 ± 2.1	95.8 ± 4.8	0.09	97.0 ± 3.3	95.3 ± 2.8	0.19
Hispanic	21	27	96.8 ± 4.8	95.6 ± 5.5	0.49	95.2 ± 5.4	92.6 ± 4.6	0.12
Native American	19	26	96.9 ± 4.2	94.2 ± 8.4	0.29	96.0 ± 5.7	78.9 ± 6.5	<0.0001

*The values are given as the mean and standard deviation.

TABLE III (continued)

Functional Score* (points)					
Pain and Comfort			Global Functioning		
Urban	Rural	P Value	Urban	Rural	P Value
94.8 ± 5.5	95.0 ± 8.8	0.94	96.4 ± 2.4	92.1 ± 6.6	<0.0001
95.0 ± 5.5	97.8 ± 5.0	0.18	96.8 ± 1.9	96.4 ± 2.1	0.59
95.3 ± 5.5	97.3 ± 5.2	0.27	96.2 ± 3.1	95.7 ± 2.9	0.60
94.0 ± 5.8	91.2 ± 11	0.43	96.1 ± 2.0	86.3 ± 6.7	<0.0001

Annexe X : Comparaison des deux méthodes

	Ponseti	Hydrise
Professionnels engagés	1 chirurgien/pédiatre MK potentiel après 1 an Diminution du nombre d'intervenants	1 MK libéral + MK hospitaliers + 1 chirurgien/pédiatre
Moyens mis en place	Plâtres + TPCA Kinésithérapie – (après 1 an) Attelle de PM	Plâtres ± TPCA Kinésithérapie ++ Contentions (PM ou UFAO)
Déplacements et coût (10,11,13)	Moins de déplacements Coût de l'attelle de PM	+ de déplacement et d'intervenants UFAO remboursées
Niveau d'efficacité (preuves scientifique et amélioration des scores) (10,12,13,43)	Haut niveau de preuve de l'efficacité du traitement par Ponseti sur des déformations jusqu'à très sévères	Peu d'études concernant des modalités précises de ces techniques
Compliance et suivi	Compliance de 65% Rendez-vous + espacés ETP -	Taux de compliance non évalué + de rendez-vous de suivi ETP +
Paramètres de marche (12,58)	Moins bons résultats	Travail de la mobilité et souplesse précoce Amélioration coordination corporelle, agilité et force de la cheville et du pied
Inconvénients (10,11,26)	Pas de travail de la mobilité Moins de suivi régulier	Besoin d'un praticien formé et équipé aux alentours Disponibilités des parents nécessaire pour des séances quasi-quotidiennes

Quelles plus-values peuvent être apportées par l'association de la kinésithérapie au protocole de Ponseti pour le traitement des pieds bots varus équins idiopathiques ?

Introduction : Depuis le début des années 2000, 3 méthodes se sont différenciées dans le traitement précoce des pieds bots varus équins mettant en jeu beaucoup d'acteurs en plus des différentes contentions qui engendrent des coûts et des contraintes socio-économiques.

Objectifs : L'objectif de ce travail est d'analyser et comparer les résultats de la correction des pieds bots varus équins, entre une méthode de Ponseti simple, et une méthode dite hybride à mi-chemin entre la méthode de Ponseti et la méthode fonctionnelle.

Méthodologie : Quatre bases de données ont été interrogées permettant l'inclusion de 20 références basées sur les méthodes de traitements et les contentions.

Résultats : Il existe de nombreuses études rétrospectives analysant l'efficacité du traitement conservateur des PBVE. Elles démontrent un consensus professionnel sur la supériorité du traitement conservateur face au traitement chirurgical. En revanche, l'apparition d'une méthode hybride entre la fonctionnelle et la Ponseti est encore peu analysée et pourrait présenter des avantages fonctionnels.

Conclusion : Le choix d'une méthode mixte est pertinent pour améliorer les critères morphologiques et fonctionnels du pied traité pour PBVE. Cependant ce traitement engendre plus de déplacement par des interventions plus régulières, avec une augmentation des professionnels de santé concernés.

Mots-clés : PBVE, Kinésithérapie, Ponseti, méthode hybride, compliance

What added value can be brought by the combination of physiotherapy with the Ponseti protocol for the treatment of idiopathic clubfoot?

Background: Since the beginning of the 2000s, 3 methods have been differentiated in the early treatment of congenital clubfoot, involving many professionals in addition to different types of braces which are responsible for costs and socioeconomic constraints.

Purpose: The objective of this work is to analyse and compare the results of the correction of congenital clubfoot, between a Ponseti method, and a so-called hybrid method halfway between the Ponseti and the functional method.

Methods: Four databases were searched allowing the inclusion of 20 references based on treatment method and braces.

Results: There are many retrospective studies analysing the effectiveness of conservative treatment of TEV. These demonstrate a professional consensus on the superiority of conservative treatment over surgical treatment. On the other hand, the appearance of an hybrid method between the functional and the Ponseti is still little analysed and could present functional advantages.

Conclusion: The choice of a mixed method is relevant to improve the morphological and functional criteria of the treated foot for TEV. However, this treatment generates more displacement by more regular interventions, with more health professionals concerned.

Keywords: TEV, physiotherapy, Ponseti, hybrid method, compliance