FACULTE DE MEDECINE DE DIJON

ANNEE 2016

N°

ARTHRORISE POSTERIEURE DE CHEVILLE PAR GREFFON ILIAQUE CORTICO-SPONGIEUX POSTERIEUR DANS LE PIED VARUS EQUIN SPASTIQUE NEUROLOGIQUE

ETUDE RETROSPECTIVE A PROPOS DE 11 PATIENTS AVEC RECUL MOYEN DE 33 MOIS

THESE

Présentée
à la Faculté de Médecine de DIJON
et soutenue publiquement le 27 Mai 2016 pour obtenir le grade de
Docteur en Médecine

Par Augustin LE VIGUELLOUX

Né le 24 avril 1987

à Paray-Le-Monial (71)

UNIVERSITE DE BOURGOGNE — Année Universitaire 2015-2016

UFR des Sciences de Santé — au 1er Mai 2016

Doyen :	**M. Frédéric HUET**
1er Assesseur :	M. Yves ARTUR
Assesseurs :	Mme Laurence DUVILLARD
	M. Pablo ORTEGA-DEBALLON
	M. Marc MAYNADIE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

			Discipline
M.	Marc	**BARDOU**	Pharmacologie clinique
M.	Jean-Noël	**BASTIE**	Hématologie - transfusion
M.	Emmanuel	**BAULOT**	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M.	Laurent	**BEDENNE**	Gastroentérologie et hépatologie
M.	Yannick	**BEJOT**	Neurologie
M.	Charles	**BENAIM**	Médecine physique et réadaptation
			(Mise à disposition pour convenances personnelles jusqu'au 31/10/2016)
M.	Alain	**BERNARD**	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M.	Jean-François	**BESANCENOT**	Médecine interne
Mme	Christine	**BINQUET**	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	Bernard	**BONIN**	Psychiatrie d'adultes
Mme	Claire	**BONITHON-KOPP**	Thérapeutique
M.	Philippe	**BONNIAUD**	Pneumologie
M.	Alain	**BONNIN**	Parasitologie et mycologie
M.	Bernard	**BONNOTTE**	Immunologie
M.	Olivier	**BOUCHOT**	Chirurgie cardiovasculaire et thoracique
M.	Belaid	**BOUHEMAD**	Anesthésiologie - réanimation chirurgicale.
M.	Alexis	**BOZORG-GRAYELI**	ORL
M.	Alain	**BRON**	Ophtalmologie
M.	Laurent	**BRONDEL**	Physiologie
M.	François	**BRUNOTTE**	Biophysique et Médecine Nucléaire
M.	Patrick	**CALLIER**	Génétique
M.	Philippe	**CAMUS**	Pneumologie
M.	Jean-Marie	**CASILLAS-GIL**	Médecine physique et réadaptation
Mme	Catherine	**CHAMARD-NEUWIRTH**	Bactériologie - virologie; hygiène hospitalière
M.	Pierre-Emmanuel	**CHARLES**	Réanimation
M.	Pascal	**CHAVANET**	Maladies infectieuses
M.	Nicolas	**CHEYNEL**	Anatomie
M.	Alexandre	**COCHET**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Luc	**CORMIER**	Urologie
M.	Yves	**COTTIN**	Cardiologie
M.	Charles	**COUTANT**	Gynécologie-obstétrique
M.	Gilles	**CREHANGE**	Oncologie-radiothérapie
Mme	Catherine	**CREUZOT-GARCHER**	Ophtalmologie
M.	Frédéric	**DALLE**	Parasitologie et mycologie
M.	Serge	**DOUVIER**	Gynécologie-obstétrique
Mme	Laurence	**DUVILLARD**	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Laurence	**FAIVRE-OLIVIER**	Génétique médicale
Mme	Patricia	**FAUQUE**	Biologie et Médecine du Développement
Mme	Irène	**FRANCOIS-PURSSELL**	Médecine légale et droit de la santé
M.	Pierre	**FUMOLEAU**	Cancérologie
M.	François	**GHIRINGHELLI**	Cancérologie
M.	Claude	**GIRARD**	Anesthésiologie – réanimation chirurgicale
M.	Maurice	**GIROUD**	Neurologie
M.	Vincent	**GREMEAUX**	Médecine physique et réadaptation
M.	Patrick	**HILLON**	Thérapeutique
M.	Frédéric	**HUET**	Pédiatrie
M.	Pierre	**JOUANNY**	Gériatrie
M.	Denis	**KRAUSE**	Radiologie et imagerie médicale
M.	Gabriel	**LAURENT**	Cardiologie
M.	Côme	**LEPAGE**	Gastroentérologie et hépatologie
M.	Romaric	**LOFFROY**	Radiologie et imagerie médicale
M.	Luc	**LORGIS**	Cardiologie
M.	Jean-Francis	**MAILLEFERT**	Rhumatologie
M.	Philippe	**MAINGON**	Cancérologie-radiothérapie
M.	Cyriaque Patrick	**MANCKOUNDIA**	Gériatrie
M.	Laurent	**MARTIN**	Anatomie et cytologie pathologiques
M.	David	**MASSON**	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Marc	**MAYNADIE**	Hématologie - transfusion
M.	Thibault	**MOREAU**	Neurologie

M.	Klaus Luc	**MOURIER**	Neurochirurgie
Mme	Christiane	**MOUSSON**	Néphrologie
M.	Paul	**ORNETTI**	Rhumatologie
M.	Pablo	**ORTEGA-DEBALLON**	Chirurgie Générale
M.	Jean-Michel	**PETIT**	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Lionel	**PIROTH**	Maladies infectieuses
Mme	Catherine	**QUANTIN**	Biostatistiques, informatique médicale
M.	Patrick	**RAT**	Chirurgie générale
M.	Jean-Michel	**REBIBOU**	Néphrologie
M.	Frédéric	**RICOLFI**	Radiologie et imagerie médicale
M.	Paul	**SAGOT**	Gynécologie-obstétrique
M.	Emmanuel	**SAPIN**	Chirurgie Infantile
M.	Henri-Jacques	**SMOLIK**	Médecine et santé au travail
M.	Eric	**STEINMETZ**	Chirurgie vasculaire
M.	Jean-Raymond	**TEYSSIER**	Génétique moléculaire
Mme	Christel	**THAUVIN**	Génétique
M.	Pierre	**VABRES**	Dermato-vénéréologie
M.	Bruno	**VERGES**	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Narcisse	**ZWETYENGA**	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

PROFESSEURS ASSOCIES DE MEDECINE D'URGENCE

M.	Bruno	**MANGOLA**	(du 01/05/2016 au 14/11/2016)

PROFESSEURS EN SURNOMBRE

M.	Frédéric	**MICHEL**	(surnombre du 20/10/2015 au 31/08/2019)
M.	Roger	**BRENOT**	(surnombre jusqu'au 31/08/2018)
Mme	Monique	**DUMAS-MARION**	(surnombre jusqu'au 31/08/2018)
M.	Marc	**FREYSZ**	(surnombre jusqu'au 31/08/2016)
M.	Philippe	**ROMANET**	(surnombre du 10/07/2013 au 31/08/2016)
M.	Pierre	**TROUILLOUD**	(surnombre du 05/02/2014 au 31/08/2017)

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES MEDICALES

			Discipline Universitaire
M.	Sylvain	**AUDIA**	Médecine interne
Mme	Shaliha	**BECHOUA**	Biologie et médecine du développement
Mme	Marie-Claude	**BRINDISI**	Nutrition
M.	Jean-Christophe	**CHAUVET-GELINIER**	Psychiatrie, psychologie médicale
M.	Alexis	**DE ROUGEMONT**	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
M.	Olivier	**FACY**	Chirurgie générale
Mme	Ségolène	**GAMBERT-NICOT**	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Françoise	**GOIRAND**	Pharmacologie fondamentale
Mme	Agnès	**JACQUIN**	Physiologie
M.	Sylvain	**LADOIRE**	Histologie
M.	Alain	**LALANDE**	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Louis	**LEGRAND**	Biostatistiques, informatique médicale
Mme	Stéphanie	**LEMAIRE-EWING**	Biochimie et biologie moléculaire
M.	André	**PECHINOT**	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
M	Maxime	**SAMSON**	Médecine interne
M.	Benoit	**TROJAK**	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
M.	Paul-Mickaël	**WALKER**	Biophysique et médecine nucléaire

PROFESSEURS EMERITES

M.	Jean	**CUISENIER**	(01/09/2014 au 31/08/2017)
M.	Jean-Pierre	**DIDIER**	(01/09/2011 au 31/08/2017)
M.	Jean	**FAIVRE**	(01/09/2012 au 31/08/2018)
M	Philippe	**GAMBERT**	(01/09/2014 au 31/08/2017)
M.	François	**MARTIN**	(01/09/2012 au 31/08/2018)
M.	Pierre	**POTHIER**	(01/09/2015 au 31/08/2018)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

M.	Jean-Noël	**BEIS**	Médecine Générale

PROFESSEURS ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

Mme	Patricia	**MERCIER**	Médecine Générale
M.	Gilles	**MOREL**	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

Mme	Catherine	**AUBRY**	Médecine Générale
M.	Didier	**CANNET**	Médecine Générale
M.	Clément	**CHARRA**	Médecine Générale
M.	Arnaud	**GOUGET**	Médecine Générale
M.	François	**MORLON**	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

M.	Didier	**CARNET**	Anglais
M.	Jean-Pierre	**CHARPY**	Anglais
Mme	Catherine	**LEJEUNE**	Pôle Epidémiologie
M.	Gaëtan	**JEGO**	Biologie Cellulaire
Mme	France	**MOUREY**	Sciences et techniques des activités physiques et sportives

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Marianne	**ZELLER**	Physiologie

PROFESSEURS AGREGES de L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Mme	Marceline	**EVRARD**	Anglais
Mme	Lucie	**MAILLARD**	Anglais

PROFESSEURS CERTIFIES

Mme	Anaïs	**CARNET**	Anglais
M.	Philippe	**DE LA GRANGE**	Anglais
Mme	Virginie	**ROUXEL**	Anglais (Pharmacie)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme	Evelyne	**KOHLI**	Immunologie
M.	François	**GIRODON**	Sciences biologiques, fondamentales et cliniques

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

M.	Mathieu	**BOULIN**	Pharmacie clinique
M.	Philippe	**FAGNONI**	Pharmacie clinique
M.	Frédéric	**LIRUSSI**	Toxicologie
M.	Marc	**SAUTOUR**	Botanique et cryptogamie
M.	Antonin	**SCHMITT**	Pharmacologie

La Faculté de Médecine de DIJON déclare que les opinions émises dans les thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ne leur donner ni approbation, ni improbation.

COMPOSITION DU JURY

Président : Monsieur le Professeur Emmanuel BAULOT

Membres : Monsieur le Professeur Pierre TROUILLOUD

Monsieur le Professeur Vincent GREMEAUX

Monsieur le Docteur Pierre MARTZ (Directeur de Thèse)

Monsieur le Docteur Prikesht MUKISH

Ce travail est dédié,

A notre Maître et Président de Thèse, Monsieur le Professeur Emmanuel BAULOT

Vous nous faites l'honneur de juger notre travail,

Vous nous avez guidé depuis le début, nous orientant vers les bons choix.

Vous nous avez montré et enseigné votre maitrise de la chirurgie.

Veuillez trouver ici le témoignage de mon profond respect.

A notre Maître et Membre du Jury, Monsieur le Professeur Pierre TROUILLOUD

Vous nous faites l'honneur de juger notre travail,

Vos connaissances et votre curiosité orthopédique sont un modèle pour nous.

Vos critiques sont toujours restées perspicaces.

Nos relations sont malheureusement toujours restées trop discrètes.

Veuillez trouver ici le témoignage de mon profond respect

A notre Maître et Membre du Jury, Monsieur le Professeur Vincent GREMEAUX

Vous nous faites l'honneur de juger notre travail.

Vos conseils et vos corrections, votre analyse et vos connaissances en ce qui concerne le pied varus-équin et sa prise en charge, m'ont été d'une aide précieuse dans la réalisation de cette thèse.

Veuillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance.

A mon Maître et Directeur de thèse Monsieur le Docteur Pierre MARTZ

En ce jour de Janvier à Paris tu m'as proposé de m'accompagner dans ce travail,

J'étais un peu perdu et j'allais droit dans le mur.

Merci pour les conseils que tu m'as apporté, merci d'avoir supervisé mon travail de bout en bout.

Merci de donner un nouvel élan Orthopédique à notre service.

J'espère pouvoir encore travailler avec toi.

A mon Maître et Membre du Jury Monsieur le Docteur Prikesht MUKISH

Tu as été mon chef de clinique d'abord.

Tu m'as fait faire des pieds ensuite, des pieds et des pieds. Mais aussi des grosses reprises de hanche !

Tu m'as appris à dire « C'est très très grave madame »

Et tu m'as appris la bonne ambiance au bloc, les playlists horribles et la musique indienne.

Merci enfin pour l'aide immense que tu m'as apporté dans la réalisation de ce travail de thèse.

***A toi, Ana**,*

Je suis tombé sur toi, ou tu es tombée sur moi, je ne sais plus.

Merci de m'avoir soutenu à chaque instant dans la préparation de cette Thèse.

Tu m'offres la chance d'être à tes cotés, pour avancer ensemble. Nous avons tant de routes à explorer. Je t'aime.

A ma mère, mum,

Merci pour tout, que dire de plus.

Merci d'avoir tant donné pour moi et pour nous.

Merci d'avoir été là à chaque étape, à chaque pas.

Merci pour cette curiosité, et cet intérêt pour l'autre que j'espère avoir.

A mon père, dad,

Notre complicité n'a d'équivalent que mes moqueries perpétuelles.

Nous partageons tellement de passions communes, je le prouve aujourd'hui avec cette thèse. Je n'aurais finalement pas fait de médecine générale, tu avais raison de me pousser en Ortho !

Merci d'avoir su me laisser tant de libertés, pour m'ouvrir à tout le reste.

A mes frères adorés, Laurent et Luc,

Merci d'avoir fait de moi ce que je suis aujourd'hui, sans le vouloir parfois. Vous avez toujours été mes modèles pour le meilleur et pour le pire. Je vous aime.

A ma nièce, Lise,

Tu es enfin parmis nous, pour notre plus grand bonheur.

A ma tante, Anne,

Tu as toujours été là pour moi et pour nous. Merci pour tout ce que tu as fait. Merci pour ton ouverture d'esprit et ta bonne humeur, et merci de m'accueillir chez toi à Marseille !

A ma cousine, Chloé,

Princesse et déesse de l'univers.

A mon cousin, Sébastien et à mon oncle, Pierrot.

A tous ceux qui nous ont quitté.

A mes amis de toutes parts,

A mes amis d'enfance d'abord, Raf, Dam, Tom, Vizeur, Alex mais aussi Lulu, Marjo, Tien et Marion,

Merci d'être toujours à mes cotés, même si j'ai quitté les vôtres bien trop souvent. Nous nous suivons depuis tellement d'années maintenant. Nous avons partagé tellement. Nous nous sommes construits ensemble. Merci mes loutres.

A Antoine, Aurèlie et Eloïse,

Antoine, qu'est ce qu'on en a fait. Nous ne passons malheureusement plus nos journées à bricoler dans le garage…

Grace à vous je garde ce lien qui me ramène à mes racines. Je suis toujours tellement heureux de vous voir.

A mes amis Carreliens, Baldos, Yassine, Victor, Jorj, Tomtom, Margot (sista),Justine, Mama, Caro, Nath, Lucy, Syrine mais aussi Sophie, Lesly, Renan et Bertrand,

Etre avec vous depuis tant d'années est un bonheur à chaque fois renouvelé.

Je me souviens de tout, je me souviens de nos galères, de nos soirées d'anthologie, de nos voyages. Nous nous sommes éparpillé pour mieux nous retrouver. La famille s'agrandit, et c'est tant mieux ! Merci d'avoir été là pour moi malgré mes excès.

A mis hermanos Catalanes, Thomas, Flavie, Heloise,

Desde hace tantos anos, estamos juntos con tanto amor y tanta locura. Nunca olvidare a nuestra vida ahi. Os echo de menos.

A mes amis Dijonnais, Nadjla, Suzanne, Maude, Aurélie, Johan, Guillaume, Lambert, Caro, Charline, Sophie, Ally, Mathilde, Lucie, Justine, David, Pauline, Philippe, Vincent, Nico,

Ca n'est quand même pas si mal Dijon grâce à vous !

A Davy,

Merci pour ton aide, merci de m'avoir laissé venir chez vous pour mon travail de thèse. Merci pour ta bonne humeur mais surtout tes connaissances.

Au Docteur DENORMANDIE et au Professeur DELTOMBE,

Merci pour l'aide que vous m'avez apporté dans ce travail de thèse, merci pour votre patience et votre disponibilité.

A tous ceux qui m'ont aidé dans l'apprentissage de l'Orthopédie,

Au Docteur Yann JULIEN,

Merci pour toutes ces années de formation, merci de m'avoir fait confiance dans la réalisation de ce travail de thèse.

Au Docteur Ludovic LABATTUT,

Merci pour tout.

Merci pour tes conseils, merci pour ta formation toujours précise, merci pour ta confiance au bloc et en dehors.

Merci aussi pour cette ambiance et cette relation privilégiée que nous avons tous partagé, c'est en très grande partie grâce à toi.

Au Docteur Alexandre DEMANGEL,

Je n'ai jamais opéré autant qu'à tes cotés.

Ce semestre à Chalon a été riche en prothèses et en traumato. Tu m'a permis de prendre mon envole au bloc, et tu m'a appris une très grande rigueur.

J'espère être digne de la confiance que tu m'accordes, j'espère pouvoir profiter de toute ton expérience dans les deux années qui m'attendent avec toi.

Aux Docteurs Rambaud, Asali et Pelaez.

Aux Docteurs Bacquaert et Gabor

Mon tout premier, vous m'avez initié.

Au Docteur Chevillotte, au Docteur Bussière et au Docteur Deroche,

Merci pour la formation exceptionnelle que j'ai reçue. Un semestre tellement riche en Orthopédie, motivant sous tous ses aspects.

Au Docteur Naouri,

Parce que. Lumière, lumière, lumière !

Enfin à toute l'équipe de l'Orthopédie Dijonnaise,

A mes chefs de clinique, Pierre-Yves et Joel, Julien, Sebastien et Charbel, et Valou.

A l'Ortho-ped, Anne et Jean-Damien,

Merci pour ces 6 mois.

A mes cointernes surtout,

A Etienne et Tito,

Encore pas mal de route en commun même si nos assistanats vont nous séparer. Beaucoup de bons souvenirs et de grosses soirées !

A Romain, Adrien, Agathe, Antoine, Jeremy, Philibert, Thomas, Paco, Alex, Lydie, Saïd, Jean-strauss, Manchi, Matthieu, Brice et Delphy,

Une fine équipe, une bonne ambiance ! Bons vents à ceux qui sont déjà partis. A très bientôt pour ceux qui restent. J'ai hâte de tous vous retrouver en novembre pour la Sofcot !

Merci à toutes les équipes qui m'ont supporté dans leur service,

Au CHU, Aline, Elise, Mylène, Souad et toutes les autres.

Dans toutes ces périph où j'ai passé tellement de bons moments.

Merci pour vos conseils et votre bonne humeur.

SERMENT D'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leur famille dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque ».

Table des matières

TABLE DES ILLUSTRATIONS....4

TABLE DES TABLEAUX....6

I. INTRODUCTION....7

II. NOTIONS GENERALES....10

II.A. Analyse de la marche....11
II.A.1 Cycle de marche normal....11
II.A.2 Cycle de marche chez le patient hémiplégique....13
II.B. Evaluation du patient hémiplégique....16
II.B.1 Epidémiologie des hémiplégies....16
II.B.2 Spasticité au membre inférieur....16
II.B.3 Examen clinique....18
II.B.4 Examens paracliniques....20

III. TRAITEMENTS DU PIED VARUS-EQUIN SPASTIQUE....22

III.A. Prise en charge médicale....23
III.A.1 Prise en charge globale du patient....23
III.A.1.1 Kinésithérapie....23
III.A.1.2 Les aides techniques....25
III.A.2 Traitement de la spasticité segmentaire....28
III.A.2.1 Toxine Botulinique....28
III.A.2.2 Alcoolisation....29
III.B. Prise en charge chirurgicale....30
III.B.1 Traitement de l'équin....31
III.B.1.1 Equin réductible....31
III.B.1.2 Equin irréductible....32
III.B.1.2.1 Raideur en flexion et en extension de genou....32
III.B.1.2.2 Raideur prédominant en extension de genou....34
III.B.1.3 Equin mixte....34
III.B.2 Traitement du varus....34
III.B.2.1 Inversion du pied due au tibial antérieur....34
III.B.2.1.1 En présence de muscles valgisants actifs....35
III.B.2.1.2 En l'absence de muscles valgisants actifs....36
III.B.2.2 Varus de l'arrière pied due au tibial postérieur....36
III.B.2.2.1 Varus réductible....36
III.B.2.2.2 Varus irréductible....37
III.B.3 Traitement des orteils en griffe....37
III.B.4 Traitement des raideurs et instabilités articulaires....38

IV. TECHNIQUE CHIRURGICALE 43

IV.A. Introduction 44
IV.B. Installation du patient 46
IV.C. Abord postérieur de la cheville 47
IV.D. Prélèvement cortico-spongieux de la crête iliaque postérieure homolatérale 50
IV.E. Mise en place du greffon 52
IV.F. Allongement du long fléchisseur de l'hallux 54
IV.G. Suture du tendon calcanéen 55
IV.H. Fermeture 56
IV.I. Réalisation des gestes complémentaires 58
IV.J. Suites post-opératoires 58

V. SERIE CLINIQUE 60

V.A. Introduction 61
V.B. Matériel et Méthodes 61
V.B.1 Protocole de l'étude 61
V.B.1.1 Type d'étude 61
V.B.1.2 Objectifs de l'étude 62
V.B.2. Critères d'inclusion 62
V.B.3. Recueil et analyse des données 63
V.B.3.1 Critères de jugement cliniques 63
V.B.3.2 Critères de jugement radiographiques 65
V.C. Résultats 67
V.C.1 Description de la population 69
V.C.2 Données peropératoires 70
V.C.3 Effets indésirables 70
V.C.4.1 Analyse longitudinale de la cohorte 71
V.C.4.2 Clinique 71
V.C.4.3 Radiographique 73

VI. DONNEES TECHNIQUES COMPLEMENTAIRES 74

VI.A. Test comparatif sur plateau de marche en pré et postopératoire. A propos de un cas 75
VI.B. Etude de la géométrie optimale du greffon cortico-spongieux iliaque 83

VII. DISCUSSION 90

VII.A. Série clinique 91
VII.A.1 Données épidémiologiques 91
VII.A.2 Données peropératoires 91
VII.A.3 Effets indésirables 98
VII.A.4 Analyse longitudinale de la cohorte 99
VII.A.4.1 Clinique 99
VII.A.4.2 Radiographique 101
VII.B. Analyse de la marche 103
VII.C. Limites de l'étude 106
VII.D. Arthrorise postérieure de cheville dans les paralysies périphériques 107

VIII. CONCLUSION 111

IX. BIBLIOGRAPHIE 114

X. ANNEXES 126

ANNEXE 1 : New Functional Ambulation Classification (NFAC) 127
ANNEXE 2 : American Orthopaedic Foot and Ankle Society - Ankle and hind foot scale (AOFAS) 128
ANNEXE 3 : Medical Outcome Study Short Form-12 (SF-12) 129

Table des illustrations :

Figure 1 : Cycle de marche alternant phase d'appui et phase oscillante 12
Figure 2 : Représentation du cycle de marche d'après Viel.....13
Figure 3 : Axe mécanique de l'articulation talo-calcanéennne (Axe de Henke) – Vue axiale du pied droit d'après M Laude 14
Figure 4 : Orthèse suro-pédieuse.....26
Figure 5 : Orthèse de marche cruro-pédieuse.....26
Figure 6 : Orthèse suro-pédieuse dynamique de Chignon 27
Figure 7 : Allongement du tendon calcanéen en Z.....33
Figure 8 : Principe du transfert de l'hémi-tibial antérieur – jambe droite vue antérieure.....35
Figure 9 : Photographie per-opératoire : Neurotomie partielle du nerf tibial postérieur 37
Figure 10 : Radiographie du pied droit de profil post-opératoire : Double arthrodèse d'après Maskill.....40
Figure 11 : Arthrodèse de Lambrinudi pied droit : Ostéotomie triangulaire à base antérieure – vue sagittale 41
Figure 12 : Photographies de face et de profil du pied droit avant et après prise en charge chirurgicale par arthrodèse de Lambrinudi 41
Figure 13 : Double arthrodèse de Toupet – vue spotérieure cheville gauche 45
Figure 14 : Double arthrodèse de Nové-Josserand - vus sagittale cheville droite 46
Figure 15 : Installation en décubitus ventral 47
Figure 16 : Ténotomie d'allongement en Z du tendon calcanéen – vue postérieure 48
Figure 17 : Mesure de l'allongement nécessaire pour réduire l'équin – vue postérieure 49
Figure 18 : Ouverture du fascia pré-achiléen, repérage du long fléchisseur de l'hallux – vue postérieure 50
Figure 19 : Prélèvement du greffon cortico-spongieux au niveau de la crête iliaque homolatérale 51
Figure 20 : Greffon iliaque prélevé en peropératoire 52
Figure 21 : Mise en place du greffon iliaque postérieur cortico-spongieux – vue postérieure ..53
Figure 22 : Allongement du long fléchisseur de l'hallux en jonction myo-tendineuse – vue postérieure 54
Figure 23 : Suture du tendon calcanéen après allongement – vue sagittale 55
Figure 24 : Vue de profil du pied droit après arthrorise en flexion dorsale, position neutre et flexion plantaire.....57

Figure 25: Contrôle radiographique post-opératoire de face et de profil d'une arthrorise postérieure de cheville droite associée à un hémi-transfert du tendon tibial antérieur 59
Figure 26: Organigramme regroupant l'ensemble des patients ayant bénéficié d'une arthrorise de cheville par greffon cortico-spongieux iliaque 66
Figure 27: Plateforme d'investigation technologique du CHU de Dijon.....75
Figure 28: Logiciel Nexus 2 de VICON 76
Figure 29: Type de capteur utilisé par le système VICON 76
Figure 30: Exemple d'emplacement des capteurs de face et de profil 77
Figure 31: Imagerie segmentaire de la marche en préopératoire de profil: attaque digitigrade du pas (pied gauche rouge).....79
Figure 32: Imagerie segmentaire de la marche en préopératoire de profil: Représentation en Butterfly des forces de réaction au sol asymétrique moins important au niveau du pied gauche en rouge 80
Figure 33: Imagerie segmentaire de la marche en postopératoire de profil: attaque au sol plantigrade. Représentation en Butterfly des forces de réaction au sol presque identique entre les deux pieds 81
Figure 34: Radiographie de cheville droite de profil : fin de la zone corticale (Flèche rouge).....84
Figure 35: Coupes sagittale et axiale de scanner de cheville gauche : zone diaphysaire, corticale épaisse.....85
Figure 36: Coupes sagittale et axiale de scanner de cheville gauche : zone métaphysaire, corticale amincie 86
Figure 37: Augmentation de hauteur de la cale d'arthrorise pour une fixation corticale solide– vue sagittale cheville droite.....86
Figure 38: Radiographie de cheville gauche de profil. Exemple d'allogreffe utilisée au Centre Hospitalier de Nevers 87
Figure 39: Différentes formes de la cale d'arthrorise – vue postérieure cheville droite...88
Figure 40: Variations anatomiques calcanéennes – vue postérieure.....88
Figure 41: Utilisation d'une plaque postérieure en remplacement de la cale osseuse – vue postérieure et sagittale cheville droite.....89
Figure 42: Abord latéral du tendon calcanéen avec repère du nerf sural – vue postéro-latérale cheville gauche 94

Figure 43: Transfert du long fléchisseur des orteils sur le calcanéum d'après Keenan – vue sagittale et postérieure cheville droite 97
Figure 44: Radiographie de cheville droite de profil : lyse presque complète sur greffon de taille insuffisante 102
Figure 45: Courbes représentatives des amplitudes articulaires de la cheville droite et gauche dans le plan sagittal en préopératoire et en postopératoire 104
Figure 46 : Arbre décisionnel de la prise en charge du pied varus-équin 110

Table des tableaux :

Tableau 1 : Caractéristiques démographiques préopératoires 67
Tableau 2 : Retentissement fonctionnel en préopératoire 68
Tableau 3 : Données chirurgicales peropératoires 69
Tableau 4 : Analyse clinique de l'amélioration fonctionnelle en préopératoire et au dernier recul 71
Tableau 5 : Résultats cliniques au dernier recul 72
Tableau 6 : Résultats radiographiques au dernier recul 73
Tableau 7 : Paramètres biomécaniques en préopératoire et au dernier recul 82

-I-

INTRODUCTION

I. INTRODUCTION

Les accidents vasculaires cérébraux sont la troisième cause de handicap dans nos pays industrialisés avec comme conséquence majeure une hémiplégie séquellaire (1).
Le développement d'un pied varus-équin est retrouvé chez prêt de 20 % de ces patients hémiplégiques (2). Il s'agit d'une déformation du pied et de la cheville en flexion plantaire maximale plus ou moins associée à un varus de l'arrière-pied. Il a pour origine une paralysie des muscles fibulaires, mais aussi l'association de rétractions et d'une spasticité au niveau du triceps sural. Les fléchisseurs plantaires sont alors prédominants par rapport aux fléchisseurs dorsaux (3).

La perte d'autonomie et la désocialisation sont importantes, d'autant plus que ces patients présentent bien souvent de nombreuses autres séquelles (4).
Les difficultés à la marche sont un des aspects les plus handicapants.
L'attaque du pas se fait en digitigrade sur la pointe des pieds au lieu de s 'effectuer sur le talon, souvent accompagné d'un fauchage, provoquant une instabilité majeure et un risque de chutes à répétition. La demande fonctionnelle chez ces patients est importante et le reprise d'une marche la plus autonome et la plus stable possible est primordiale.

Afin de redonner un maximum d'autonomie à ces patients, plusieurs traitements médicaux, associés à de la kinésithérapie, permettent de freiner le développement de la spasticité et des rétractions (5).
Les traitements médicaux s'avèrent souvent inefficaces à moyen ou long terme et sont lourds pour le patient. Ces traitements doivent être administrés de manière rigoureuse, ils ne sont pas dénués d'effets secondaires. Leur action diminue avec le temps, et la spasticité a tendance à progresser.
Lorsque les traitements médicaux sont insuffisants, des gestes chirurgicaux conservateurs sur les tissus mous permettent de réduire les rétractions grâce à des allongements, et parfois de réactiver la flexion dorsale de la cheville par le jeu des transferts tendineux. La spasticité pourra être prise en charge grâce à la réalisation de neurotomies sélectives (6,7).

Les déformations peuvent devenir irréductibles du fait de raideurs articulaires et du développement arthrosique, et la prise en charge chirurgicale non conservatrice reste une solution de sauvetage. De nombreuses techniques d'arthrodèse de la cheville ont été décrites et sont utilisées en pratique courante. Il s'agit d'une chirurgie lourde techniquement, sans autre geste possible par la suite, à l'origine d'une décompensation des articulations d'amont et d'aval. La rééducation post-opératoire est par ailleurs souvent longue et douloureuse.

La technique chirurgicale utilisée dans le service de chirurgie Orthopédique et Traumatologique du CHU de Dijon développée par le Professeur Grammont part du principe qu'une chirurgie conservatrice première du pied spastique doit être privilégiée.

Nous réalisons donc une arthrorise de l'articulation de la cheville par mise en place d'un greffon postérieur cortico-spongieux d'origine iliaque, associée aux gestes d'allongements et de transferts tendineux habituellement réalisés par la majorité des équipes de neuro-orthopédie.
Le but de cette technique chirurgicale est de permettre une attaque du pied sur le talon, de stabiliser l'arrière-pied de manière mécanique en limitant le varus tout en empêchant la spasticité, toujours présente, de déformer à nouveau le pied en équin. La flexion plantaire est ainsi limitée par la mise en place d'une cale osseuse.

L'objectif principal de ce travail de thèse est de présenter une technique chirurgicale jamais publiée dans la littérature, mais aussi d'en décrire les premiers résultats fonctionnels, de préciser ses indications parmi les prises en charge chirurgicales déjà existantes et enfin d'envisager ses limites et les améliorations possibles.

-II-

NOTIONS GENERALES

II. NOTIONS GENERALES

II.A. Analyse de la marche

Le pied et la cheville jouent un rôle primordial dans l'équilibre statique et dynamique du corps humain. Ils assurent l'équilibre lors des différentes phases de la marche mais également lors de la station debout.
Cet équilibre, mis en défaut chez l'hémiplégique, compromet la sécurité, l'harmonie et les performances de la marche.

II.A.1 Cycle de marche normal (8)

Un pas débute lorsque le talon touche le sol et se termine lorsque le talon controlatéral touche le sol. La longueur du pas correspond à la distance entre les deux talons au moment du double appui (9).

Un cycle de marche complet débute lorsque le talon touche le sol et se termine lorsque ce même talon touche à nouveau le sol.
Il est divisé en deux phases, la phase d'appui, période pendant laquelle le pied est au sol, correspondant à 60 % du cycle complet, et la phase oscillante, période pendant laquelle le pied est en l'air, correspondant à 40 % du cycle.

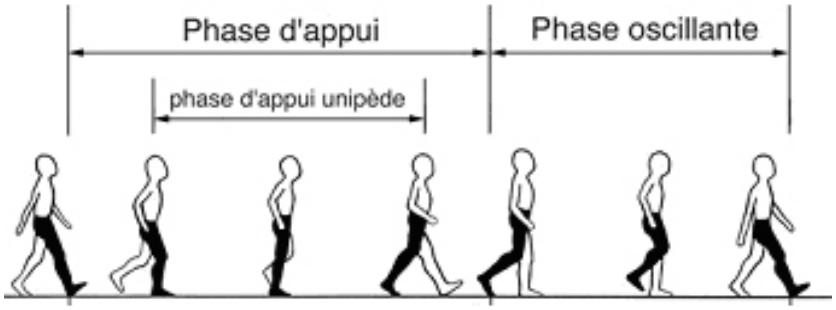


Figure 1: Cycle de marche alternant phase d'appui et phase oscillante

Un cycle de marche complet comprend donc deux pas, divisés en plusieurs périodes, par exemple pour le pied droit :

Le double appui de réception au moment du contact du talon droit au sol.
Le simple appui plantigrade lors de la phase oscillante du membre controlatéral (pied gauche en phase oscillante).
Le double appui de propulsion permettant de débuter la phase oscillante du pied droit.
La phase oscillante débutant au moment où l'hallux du pied droit quitte le sol.

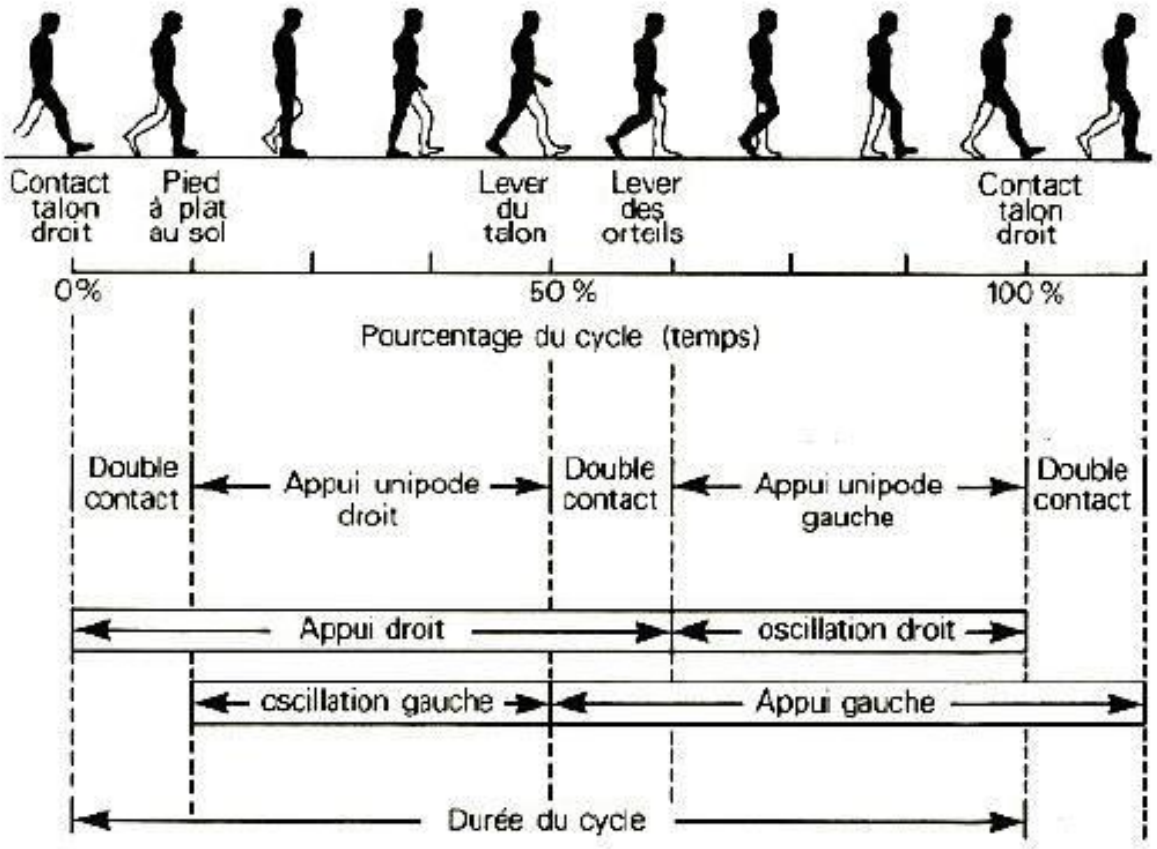


Figure 2: Représentation du cycle de marche d'après Viel (10)

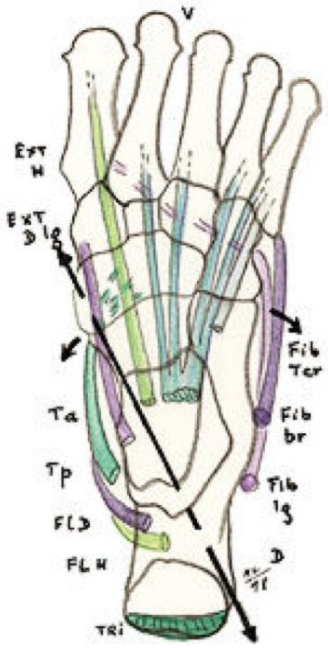
II.A.2 Cycle de marche chez le patient hémiplégique

Chez le sujet sain, il existe un équilibre permanent entre les forces varisantes d'origine musculaire et les forces valgisantes d'origine architecturales et musculaires.

L'action valgisante est liée à l'axe de Henke, axe de rotation autour duquel les mouvements d'inversion et d'éversion sont réalisés. Cet axe, oblique en haut, en dedans et en avant, conditionne tous les mouvements de l'arrière pied mais aussi ceux de l'avant pied. L'orientation de cet axe impose à l'appui une tendance valgisante, à laquelle participe également les muscles stabilisateurs externes : long extenseur des orteils, court extenseur des orteils et muscles fibulaires (court et long).

Forces Varisantes

Ta : Tibial antérieur
Tp : Tibial postérieur
Tri : Triceps sural
FLH : Long fléchisseur de l'hallux



Forces Valgisantes

Ce sont essentiellement les fibulaires (court et long) et le long extenseur des orteils.

Figure 3: Axe mécanique de l'articulation talo-calcanéennne (Axe de Henke) – Vue axiale du pied droit d'après M Laude (11)

L'action varisante est liée à l'insertion en dedans de l'axe de Henke de puissants muscles extrinsèques que sont le triceps sural (regroupant les gastrocnémiens et le soléaire), le tibial postérieur, le long fléchisseur de l'hallux et le muscle tibial antérieur.

Chez le patient hémiplégique cet équilibre entre forces varisantes et forces valgisantes est rompu par la spasticité et par un défaut de la commande musculaire au profit des muscles varisants. L'équilibre dynamique du pied lors de la marche s'en trouve affecté. Le jeu des synergies musculaires est perturbé par la spasticité et le défaut de commande musculaire au profit des inverseurs et des fléchisseurs plantaires, interdisant alors tout transfert de fonction au niveau du pied et de la cheville lors de la marche.

Ainsi, la spasticité du muscle tibial antérieur peut être responsable d'une inversion de l'avant-pied (12) et la spasticité du muscle tibial postérieur peut être responsable d'un varus de l'arrière-pied plus ou moins associé à une adduction de l'avant-pied (3)

Les conséquences suivantes sont ainsi décrites chez le patient hémiplégique (9) :

- Lors du double appui de réception : l'attaque au sol se fait sur la tête du cinquième métatarsien et le bord antérolatéral du pied, le freinage du pied se fait mal par défaut de flexion dorsale.

- Lors du simple appui plantigrade : le manque d'équilibre est majeur par défaut d'appui au sol. Cette instabilité réduit le temps portant.

- Lors du double appui de propulsion : l'impulsion est diminuée par défaut de contraction efficace du triceps sural.

- Lors de la phase oscillante : la flexion plantaire est responsable soit parfois d'un steppage, soit le plus souvent d'un fauchage lorsqu'il existe un défaut de flexion du genou associé.

La présence d'un pied varus équin perturbe donc profondément le schéma de marche et malgré les variations individuelles. Il existe une asymétrie vraie entre le pas du côté hémiplégique et le pas du côté sain (13).

On distingue plusieurs caractères communs :

- la vitesse de marche est réduite
- la longueur du pas et la vitesse de la phase oscillante sont réduites du coté hémiplégique
- la durée du temps portant est plus longue du côté sain que du côté hémiplégique et la durée globale de ces temps portants est augmentée
- la durée du double appui est augmentée

II.B. Evaluation du patient hémiplégique

II.B.1 Epidémiologie des hémiplégies

Les accidents vasculaires cérébraux (AVC) sont la première cause de handicap neurologique en France (14) avec comme conséquence de nombreuses hémiplégies séquellaires. L'âge moyen du premier AVC est de 74 ans et 5% ont lieu chez des patients jeunes entre 18 et 45 ans (15).
Les dysfonctionnements du pied de l'hémiplégique sont dominés par le pied spastique équin simple et le pied varus équin. Ils apparaissent soit d'emblée en quelques semaines, soit après une phase initiale de pied ballant.

Le pied varus-équin est retrouvé chez 10 a 20 % des patients dans les suites d'un AVC (2) et 18 % à un an de suivi pour Verdié (14). Son étiologie est complexe, associant à différents degrés, des paralysies, des troubles de la commande volontaire, une incoordination des mouvements, une spasticité, une dystonie et une libération des réflexes archaïques (16–18).
Malgré tout, seul 5% des patients hémiplégiques vasculaires nécessiterons a terme une prise en charge chirurgicale (19).
Ces patients présentent de manière fréquente un flessum/adductum de hanche et un flessum du genou associés (3), ainsi que des griffes d'orteils.

II.B.2 Spasticité au membre inférieur

Il s'agit d'une séquelle de lésion neurologique centrale au niveau du système pyramidal. Elle est liée à une hyperexcitabilité du réflexe myotatique ayant pour conséquence une augmentation du réflexe tendineux et du réflexe d'étirement (12,20).

Elle se développe chez l'homme après un temps de latence plus ou moins long ayant pour origine un phénomène de plasticité neuronale permettant une réorganisation des structures atteintes.
Elle peut être bénéfique dans un premier temps permettant une compensation des déficits musculaires. Mais lorsqu'elle devient trop importante, elle perturbe la motricité utile volontaire et provoque des déformations orthopédiques à l'origine de douleurs.

Chez l'hémiplégique on la retrouve au niveau du triceps sural dans 53,3% de faible importance et dans 12,6 % de manière sévère (21).

La spasticité est plus importante sur les muscles antigravitiques extenseurs au membre inférieur et se renforce avec l'orthostatisme, raison pour laquelle l'examen clinique doit se faire dans différentes positions et à différents niveaux d'activité.

L'évolution la plus fréquemment observée est une augmentation de la spasticité au fil du temps avec rétraction du muscle triceps sural (22).
La spasticité prédomine au niveau des muscles de la loge postérieure, à des degrés divers, en rapport avec la multiplicité des tableaux cliniques qui sont :

- L'équin par atteinte des muscles gastrocnémiens et (ou) du soléaire.

- Le varus par atteinte du muscle tibial postérieur.

- L'inversion du pied par spasticité du muscle tibial antérieur.

- Le développement de griffes des orteils qui peuvent s'avérer déterminantes dans la gêne rencontrée à la marche. Surtout si il existe un conflit pied-chaussure et des douleurs au niveau des articulations métatarso-phalangiennes.

Toutes ces déformations peuvent s'associer et se potentialiser (23).

II.B.3 Examen clinique

Il est primordial de rechercher par l'interrogatoire les plaintes du patient et de connaitre ses objectifs fonctionnels.
Il faut parvenir à distinguer la gêne liée aux contraintes de chaussage, à des difficultés de verticalisation ou de mise au fauteuil, à des spasmes, à des douleurs, ou à un accrochage des pieds lors de la marche (24).

L'examen clinique débute par l'analyse des déformations du membre inférieur, notamment leur caractère réductible ou non. La recherche de raideur à la mobilisation rapide permet d'évaluer le tonus lié à la spasticité dont l'intensité est vitesse-dépendante et la mobilisation lente permet d'évaluer les rétractions musculaires. Très souvent, il est impossible par le seul examen clinique de faire clairement la distinction entre spasticité et rétraction.

L'analyse des muscles antagonistes est très importante pour la prise en charge thérapeutique. Il faut évaluer leur force, la qualité de leur commande et leur comportement en situation fonctionnelle. En cas de déformation importante, leur activité peut être masquée, d'autant plus lorsque la dite déformation est fixée.

La mesure des amplitudes articulaires au membre inférieur doit être notée. Les raideurs d'origine articulaire sont rares initialement et apparaissent après un délai long. Au contraire, une laxité articulaire peut parfois être retrouvée.
Les lésions cutanées liées au chaussage ou aux appuis doivent être notées.
La recherche des pouls ne doit pas être omise, un terrain vasculaire serait défavorable à toute prise en charge chirurgicale.

Une analyse fine et répétée de la marche est indispensable.
Certaines déformations peuvent s'accentuer lors du mouvement comme c'est le cas par exemple pour l'équin d'extension à l'approche de l'appui au sol. La fatigue préalable peut permettre de révéler certains troubles.

La marche peut être évaluée avec un simple couloir de marche et un chronomètre permettant la mesure de la vitesse et de la cadence du pas. La longueur du pas et les différentes phases de la marche peuvent être mesurées à l'aide de semelles encrées et de semelles sensibles barométriques. Ces instruments simples permettent une bonne analyse des paramètres temporo-spatiaux de la marche.

De nombreuses échelles d'évaluation de l'autonomie et de la spasticité sont disponibles et utilisées par les médecins rééducateurs en pratique courante.
La mesure de la douleur par une échelle visuelle analogique EVA est la base de la mesure des douleurs ressenties par le patient.

Les recommandations de bonne pratique (5) insistent sur la recherche des facteurs aggravants tels que une escarre, une infection, des lithiases urinaires, ou encore un fécalome. Ces épines irritatives accentuent la spasticité des patients.

Pour l'évaluation de la marche, on utilise des échelles descriptives comme la Functionnal Ambulatory Classification (FAC) qui peut être associée à la mesure de la vitesse de la marche (25).
La gène au nursing doit être évaluée avec précision.

Pour obtenir un bilan préopératoire exhaustif, il convient de réaliser les examens d'imagerie de base, mais aussi de réaliser une cartographie de la spasticité et des raideurs. En cas de traitement incomplet, les conséquences fonctionnelles seront majeures.

II.B.4 Examens paracliniques

Le bilan radiographique permet de décrire précisément les déformations et de rechercher une éventuelle arthrose sous-jacente responsable d'échecs chirurgicaux à moyen ou long terme.

La réalisation d'un electro-neuro-myogramme permet d'obtenir un bilan musculaire complet des muscles antagonistes (surtout lorsqu'une déformation fixée masque leur activité) et de la spasticité (via l'obtention de la réponse H du réflexe myotatique) (12,26).

La réalisation de blocs moteurs périphériques aux anesthésiques locaux (Lidocaïne non adrénalinée à 1,5% par exemple) est d'un grand intérêt afin de cartographier la spasticité chez les patients présentant des déformations segmentaires (27), et surtout de la différencier d'une raideur par rétraction musculo-tendineuse ou arthropathie.
Ils sont réalisés à l'aide d'un repérage par neurostimulation comme c'est le cas lors des anesthésies loco-régionales (28).

En effet, leur efficacité sur une déformation permet en général d'affirmer l'origine spastique d'une déformation.
Ils permettent également de mettre en évidence l'activité des antagonistes qui aurait été masquée par la spasticité en évaluant le potentiel moteur résiduel.

Deltombe (29) a montré l'intérêt pronostique du bloc tibial postérieur avant neurotomie. Ils peuvent être utilisés a visée pronostique, en prévision de l'injection de toxine botulique. Ils sont réalisés en pratique courante lors d'hospitalisations de jour (27). Les complications liées à ces blocs sont presque nulles et dominées par des anesthésies ou des douleurs temporaires (30).

Dans le cadre de la prise en charge au long cours, un second examen clinique peut être utile et révélateur de modifications, par exemple sur la spasticité dans les suites d'une neurotomie (31).

La prise en charge du pied varus équin ne s'envisage que dans une prise en charge globale. La présence d'autres déformations, ou raideurs, sur le membre inférieur (genou et/ou hanche), ou au niveau du membre supérieur, pourra nuancer tout traitement segmentaire.
La prise en charge chirurgicale en un temps de ces déformations (neurotomies exceptées) est a privilégier car cette thérapeutique lourde a tendance à désocialiser le patient; d'autant plus que des immobilisations longues sont à prévoir (3).

La stratégie thérapeutique doit être élaborée et validée par une équipe pluridisciplinaire associant neurologue, médecin rééducateur, kinésithérapeute, et chirurgien orthopédiste, en accord avec les proches et la famille, et en fonction des objectifs fonctionnels pour chaque patient.

Une prise en charge claire et complète doit être présentée au patient afin qu'il puisse se préparer aux soins à venir et accepte le déroulement de sa rééducation. Son implication est primordiale dans la réussite de son projet thérapeutique. Il doit comprendre que la prise en charge médico-chirurgicale du pied varus-équin spastique ne permet pas forcément la récupération ad integrum d'une marche physiologique.
Une fois ce bilan complet réalisé, il est alors possible de proposer une prise en charge médicale et chirurgicale personnalisée.

Il faut souligner qu'il n'existe pas de conduite à tenir consensuelle dans la prise en charge médicale et chirurgicale des patients atteints de pied varus-équin spastique.
Nous détaillerons ici la prise en charge segmentaire de la spasticité en rapport direct avec le sujet de notre travail. Nous ne décrirons donc pas les différents traitements médicaux de la spasticité généralisée (Antispastiques per os ou Baclofène intrathécal) (32–34) ou pluri-focale (drezotomies) (35).

-III-

TRAITEMENTS DU PIED VARUS-EQUIN SPASTIQUE

III. TRAITEMENTS DU PIED VARUS-EQUIN SPASTIQUE

III.A. Prise en charge médicale :

La prise en charge initiale du patient doit consister en l'élimination première de toutes les épines nociceptives qui ont pu être retrouvées lors du bilan clinique et paraclinique. Elles auront un effet directement néfaste sur l'évolution de la spasticité.

III.A.1 Prise en charge globale du patient

III.A.1.1 La kinésithérapie et la rééducation motrice

La kinésithérapie est la pierre angulaire de la prise en charge du patient atteint de pied varus-équin spastique.
Elle doit être débutée le plus tôt possible, de manière intensive et poursuivie au long cours.
Elle permet de lutter contre les rétractions musculaires et la spasticité par le biais de postures et de mobilisations mais n'a que peu d'effets sur la spasticité à plus long terme.
Il existe de nombreux programmes et techniques de rééducation dont la mise en place doit s'adapter d'abord au patient.
En France, depuis les années 1970, beaucoup de médecins rééducateurs suivent les principes décrits par Bobath et appliquent une rééducation neuromusculaire de facilitation, d'inhibition et de proprioception, à laquelle a été ajoutée par la suite une rééducation sensitivomotrice (36).
Plus récemment, d'autres options thérapeutiques sont apparues comme la rééducation contrainte ou l'entrainement basé sur la répétition des tâches (37).
Les techniques instrumentales comme la Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF) et le travail en biofeedback ont encore permis d'améliorer la rééducation à la marche, surtout chez les patients de gravité plus importante (38).

La Stimulation Electrique Fonctionnelle (SEF) a été découverte par Cook et Weinstein en 1973, elle est réalisée au niveau lombaire et vise à diminuer une spasticité globale. Elle n'est aujourd'hui plus réalisée sous cette forme. La stimulation électrique peut par contre être utilisée de manière segmentaire notamment sur les muscles fibulaires ou releveurs du pied comme le montrait Granat (39).

Le système fonctionne grâce à un contacteur placé dans la chaussure. Une stimulation est envoyée au nerf sciatique poplité externe au moment où le talon se décolle. Les premiers résultats n'ont pas été probants d'un point de vue thérapeutique et il a fallu attendre une étude plus récente sur la stimulation électrique du nerf fibulaire commun (40) pour montrer de bons résultats sur la diminution de la spasticité. La SEF améliore ainsi l'éversion du pied et l'attaque au sol par le talon.

Malheureusement son efficacité à l'arrêt du traitement n'est pas démontrée. Le réglage en est difficile et doit se faire en centre avec une bonne compréhension de son utilisation par le patient. Des irritations liées aux électrodes ont été notées ainsi que des pannes de générateur ou de contacteur (17). Pelissier (41) réservait son utilisation à la première phase de réadaptation en centre spécialisé où elle doit être utilisée comme orthèse de marche, rôle dans lequel elle a prouvé son efficacité.

Les auteurs s'accordent sur le fait que 80 % des patients victimes d'un accident vasculaire cérébral ont un bon pronostic global de retour à la marche à 6 mois avec un programme bien mené, toutes techniques de rééducation confondues. La qualité de récupération de la marche reste cependant très hétérogène. Il est intéressant de noter que l'origine hémorragique ou ischémique de l'atteinte cérébrale ne semble pas avoir d'impact sur cette récupération. Dam et al soulignait l'importance de la rééducation au cours de la première année avec un gain maximal obtenu dans 90% des cas .

Passés les premiers mois et faute de résultats probants, plusieurs équipes mettent en place des programmes intensifs sur tapis roulant, le patient étant soutenu par un harnais.

Enfin, on cite la méthode de Brunnstorm (42) utilisée chez les patients âgés ou à faible potentiel de marche pour lesquels une verticalisation par renforcement de la spasticité en extension du membre inférieur peut être réalisée.

III.A.1.2 Les aides techniques

Elles font partie intégrante de la prise en charge du patient.
Ainsi, le port de chaussures orthopédiques spécifiques sur mesure peut être utile même si elles sont très contraignantes dans la vie quotidienne et ne corrigent que partiellement les déformations. Elles ont même tendance à les masquer, provoquant des conflits pied-chaussure fréquents.
Les chaussures du commerce sont par ailleurs souvent suffisantes. Elles doivent être confortables, faciles à chausser, et choisies une pointure au-dessus dans les cas où une orthèse anti-équin devra être installée à l'intérieur.
Les orthèses plantaires en silicone sont efficaces dans le cas d'orteils en griffe en limitant le conflit pied-chaussure. Par contre, elles ne corrigent pas les déformations.

L'utilisation d'une orthèse suro-pédieuse permet d'améliorer la marche avec une augmentation de la vitesse et de la longueur du pas, tout en luttant contre l'équin du pied. Elle permet de diminuer la flexion plantaire à l'attaque du sol et le récurvatum du genou à la phase d'appui. Dans le plan frontal, elle devrait stabiliser l'arrière-pied en cas de déficit des stabilisateurs, mais ceci entraine des modèles très contraints, lourds et difficiles d'utilisation et de mise en place (43).

Figure 4: Orthèse suro-pédieuse

Les attelles cruro-pédieuses sont réservées aux déformations globales du membre inférieur. Le genou peut être en position fixe ou dynamique comme c'est le cas dans l'orthèse de Chignon. Leur utilisation relève plus de la verticalisation simple du patient que de la rééducation à la marche (41).

Figure 5: Orthèse de marche cruro-pédieuse

Il existe une attelle courte de Chignon dynamique dont l'utilisation semble préférable à une orthèse releveur standard permettant une diminution de la spasticité, du nombre d'injections de toxine botulique, ainsi qu'une meilleure correction du steppage, du varus du pied et du récurvatum du genou (44).

Figure 6: Orthèse suro-pédieuse dynamique de Chignon

La prescription d'une orthèse nocturne à titre temporaire peut être utile dans les suites d'une prise en charge chirurgicale, d'autant plus que des gestes osseux ont été réalisés (31).
D'un point de vue plus subjectif, l'utilisation d'une orthèse permet de rassurer le patient celui-ci se sentant plus en confiance pour utiliser sa jambe (45).

L'utilisation de ces aides techniques ne peut malheureusement pas s'inscrire sur le long terme chez des patients jeunes et exigeants d'un point de vue fonctionnel

III.A.2 Traitement de la spasticité segmentaire

III.A.2.1 Toxine botulinique

L'utilisation de toxine botulinique de type A a nettement amélioré la vie quotidienne des patients spastiques, et sa généralisation a permis de retarder voire de diminuer le recours à la chirurgie dans certains cas.

Son action est segmentaire et doit donc être réservée aux patients dont la spasticité est focale ou pluri-focale. Elle agit au niveau du système nerveux périphérique en bloquant la transmission d'acétylcholine à la jonction neuromusculaire sur la plaque motrice provoquant une paralysie partielle des fibres musculaires (46). Son utilisation est recommandée en première intention chez les patients présentant une spasticité prédominante aux membres inférieurs, que la motricité soit présente ou déficitaire.
Il est indispensable de bien identifier les muscles spastiques avant de débuter ce traitement.
L'injection est guidée par électrostimulation et réalisée dans le muscle cible.

La spasticité diminue alors en quelques heures ou en quelques jours et s'accompagne la plupart du temps d'un déficit moteur modéré.
Son efficacité dure en général entre 2 et 3 mois (23) et peut être retrouvée jusqu'à 6 mois (47).

Hesse et al (48), dans une étude menée en injectant la toxine botulique au niveau de la loge postérieure retrouve une amélioration significative de la vitesse, de la longueur du pas, de la symétrie de la durée des temps portants et de la trajectoire de la résultante de la force de réaction du sol sur la plante du pied permettant une attaque du pied à plat et non sur l'avant-pied.

L'injection peut être renouvelée après 3 mois du fait de l'action transitoire de la toxine mais uniquement si l'injection précédente a été efficace (41).
Les risques de troubles de déglutition ou de syndrome botulinique sont extrêmement rares mais doivent être expliqués au patient.
Malgré son utilisation courante, ce traitement représente un coût élevé (10).

III.A.2.2 L'alcoolisation

Elle agit en détruisant les fibres gamma responsables du réflexe myotatique.
Elle peut être réalisée à l'aide d'alcool éthylique comme c'est le cas en France ou de Phénol largement utilisé aux Etats-Unis. Il n'existe pas de supériorité du phénol sur l'alcool.
Son efficacité est transitoire (41,49) et son utilisation ne doit pas être renouvelée en cas d'échec.
Elle est réalisée sous électrostimulation ou par guidage échographique et est contre-indiquée en cas de prise d'un traitement anticoagulant.
Son utilisation en intramusculaire est proscrite du fait des lésions irréversibles induites sur le muscle.
Pour les mêmes raisons, son utilisation est déconseillée sur les nerfs mixtes sensitifs et moteurs.
Enfin, son utilisation doit être mise en balance avec la réalisation d'une chirurgie ultérieure de type neurotomie sélective pour lesquelles la fibrose résultante de l'alcoolisation rendrait le geste plus difficile (5).

Les suites immédiates de l'injection peuvent être marquées par des douleurs locales, souvent spontanément résolutives. Dans l'étude de Viel (27), aucune altération motrice ou sensitive n'a été décrite, contrairement à Pérennou (50) qui retrouve une atteinte de la sensibilité lors de l'injection, régressive au deuxième mois, mais ralentissant nettement la suite de la rééducation et la reprise de la marche, raison pour laquelle on évite son utilisation sur des nerfs mixtes, moteurs et sensitifs, surtout quand la sensibilité est essentielle à la réadaptation fonctionnelle comme c'est le cas dans la

reprise de la marche. La qualité du repérage et l'utilisation d'un neurostimulateur diminue nettement la survenue de douleurs (41).
Le développement de la toxine botulique a presque complètement éclipsé les techniques d'alcoolisation.

La chirurgie ne doit être envisagée qu'après échec des traitements réversibles chez des patients ayant une spasticité focale ou pluri-focale mais gardant une motricité volontaire utile.
De plus, cette prise en charge chirurgicale ne doit pas être envisagée avant un délai allant de 6 à 9 mois correspondant à la période de récupération fonctionnelle et neurologique (51).

III.B. Prise en charge chirurgicale

Il convient de distinguer trois types de prise en charge chirurgicale.

Les prises en charge chirurgicales permettant de lutter contre la spasticité.
→ Action sur le nerf.

Les prises en charge des raideurs extra-articulaires conséquences de la spasticité, pour lesquelles les gestes d'allongement, de transfert et de ténotomie seront suffisants. Ces raideurs représentent la très grande majorité des cas.
→ Action sur les tendons principalement.

Les prises en charge des arthropathies de type raideurs articulaires (que l'on retrouve le plus souvent au niveau du couple de torsion), instabilité ou souffrance articulaire avec arthrose, pour lesquelles la seule solution sera un geste d'arthrodèse.
→ Action au niveau osseux.

Il est à noter que lorsque le bilan retrouve une raideur associée à une spasticité, il convient d'agir d'abord sur la raideur. L'allongement permet en effet une diminution, voire une disparition de la spasticité par modification du réflexe d'étirement (3).

III.B.1 Traitement de l'équin

III.B.1.1 Equin réductible

Dans l'équin réductible, la spasticité est prédominante et doit avoir été mise en évidence à l'aide d'un examen clinique exhaustif et grâce à la réalisation de blocs moteurs sélectifs permettant de distinguer si la spasticité se situe au niveau du muscle soléaire ou des gastrocnémiens ou les deux.
Ainsi après au moins trois échecs d'injection de toxine botulique, il est possible de réaliser une neurotomie sélective. Cette neurotomie intéresse le nerf du muscle soléaire ou le nerf des gastrocnémiens ou les deux.

Le concept de neurotomie a pour la première fois été décrit par Stoffel, elles ont ensuite été modernisées par Gros (6,7).
Cette neurotomie concerne classiquement les 4/5 ème du nerf mais une étude récente réalise une neurotomie totale avec de bons résultats. Ces neurotomies ne seront efficaces que chez des patients dont la motricité volontaire utile est bloquée par une spasticité excessive comme c'est le cas chez le patient hémiplégique.

III.B.1.2 Equin irréductible

Les gestes d'allongement permettent une prise en charge efficace de la raideur en corrigeant principalement l'équin du pied.

L'allongement en Z du tendon calcanéen est le plus fréquemment réalisé, soit de manière percutanée à deux étages en chevron (52) soit à ciel ouvert par abord médial avec suture bout-à-bout.

L'allongement à ce niveau est fréquemment responsable d'une aggravation des griffes au niveau des orteils.

L'allongement doit permettre une flexion dorsale sans dépasser approximativement zéro degré au risque d'affaiblir le triceps sural lors de la phase de propulsion (52).

III.B.1.2.1 Raideur en flexion et en extension de genou

La raideur atteint la totalité du complexe postérieur. Il convient de réaliser un allongement du tendon calcanéen.

On distingue deux situations :

Si les antagonistes sont présents, on réalise plutôt un allongement à ciel ouvert avec ténotomie en Z, avec pour objectif de diminuer le risque d'hypercorrection liée aux antagonistes (23).

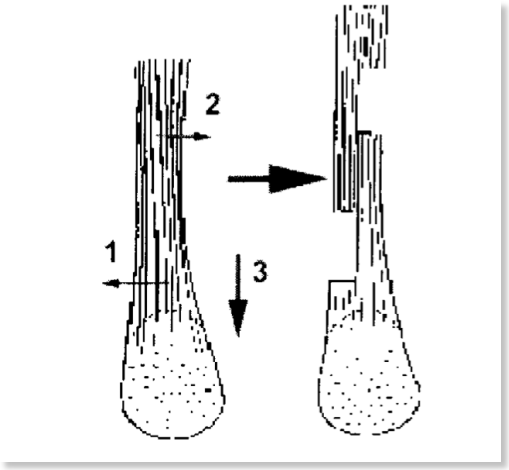


Figure 7: Allongement du tendon calcanéen en Z

En pratique on conserve intact les fibres latérales de l'insertion calcanéenne afin de donner un effet valgisant théorique mais contesté, mais aussi car le paquet vasculo-nerveux tibial postérieur s'éloigne de la partie interne du tendon en distalité.

Si les antagonistes sont absents, on réalise un allongement percutané du tendon calcanéen.

Mooney (49) réalisait des allongements à ciel ouvert, puis il a modifié sa technique pour ne réaliser que des allongements percutanés. Les complications cutanées semblent moins fréquentes et la cicatrisation du tendon est plus homogène. A ciel ouvert, les différentes études retrouvent entre 7 % et 13,6 % de troubles de la cicatrisation dans les cas de rupture traumatique du tendon calcanéen (53).

III.B.1.2.2 Raideur prédominant en extension de genou

La raideur n'intéresse que les gastrocnémiens, muscles biarticulaires plus sollicités dans cette position de test.
Un allongement de la lame aponévrotique des gastrocnémiens est alors recommandé au niveau du tiers inférieur de jambe.
Il ne permet pas des allongements aussi importants que les allongements tendineux.
Par contre, il conserve les capacités fonctionnelles du muscle, sans sidération, et permet une rééducation immédiate (28).

Il a été décrit des désinsertions musculaires proximales par libération en bloc de l'ensemble des insertions musculaires qui sont peu réalisées en pratique.

III.B.1.3 Equin mixte

Si il existe une composante de spasticité sur le soléaire et de raideur sur les gastrocnémiens, on réalise à la fois une neurotomie du nerf soléaire supérieur et un allongement aponévrotique des gastrocnémiens.

III.B.2 Traitement du varus

III.B.2.1 Inversion du pied due au tibial antérieur

Avant tout geste sur le tibial antérieur, il est important de vérifier que la correction de l'équin ne corrige pas le varus lié au tibial antérieur. En cas d'équin, son insertion distale est déplacée en dedans et le muscle est étiré, augmentant donc le varus.

III.B.2.1.1 En présence de muscles valgisants actifs

Dans les cas où l'extenseur commun des orteils et les muscles fibulaires sont actifs, un geste de transfert d'un hémi-tibial antérieur est à privilégier.

Les transferts tendineux ont pour objectif de compenser l'absence des muscles antagonistes ou leur faiblesse et de réactiver la flexion dorsale du pied.
Ils peuvent être passifs avec comme objectif un effet ténodèse, ou bien actifs.
Dans ce dernier cas, le choix du transfert s'oriente sur sa force, qui doit être cotée au moins à 4 (54), mais aussi sur sa capacité à se contracter en situation fonctionnelle lors de la phase oscillante du pas (12,55,56).

Il est possible de réaliser une valgisation totale du muscle tibial antérieur qui permet de lutter contre le varus et de faciliter un appui plantigrade.

Dans la grande majorité des cas on utilise plutôt un hémi-transfert du muscle tibial antérieur.

Figure 8: Principe du transfert de l'hémi-tibial antérieur

D’autres transferts tendineux passifs (ou ténodèses) existent, ils consistent en un transfert proximal du tendon, par exemple du tibial antérieur sur le tibia par un tunnel trans-osseux.

Le muscle tibial postérieur peut également être transféré afin de redonner une flexion dorsale. Son utilisation, systématique pour certaines équipes, reste décriée. On lui reproche un effet insuffisant avec un risque de pied plat valgus séquellaire.

En pratique, il est difficile d’obtenir un travail sélectif du transfert en rééducation qui permettrait un mouvement précis, reléguant le transfert même actif au statut de simple ténodèse.

Tout transfert doit être suivi de 3 à 6 semaines d’immobilisation dans un plâtre.

III.B.2.1.2 En l’absence de muscles valgisants actifs

En l’absence de muscles valgisants, on considère que les gestes sur le muscle tibial antérieur seront insuffisants (3). Il convient donc d’y associer une double arthrodèse associant arthrodèse du couple de torsion et arthrodèse talo-calcanéenne.

III.B.2.2 Varus de l’arrière-pied dû au tibial postérieur

III.B.2.2.1 Varus réductible

Le varus est principalement du à la spasticité, une neurotomie sélective sur le nerf tibial postérieur est alors indiqué.

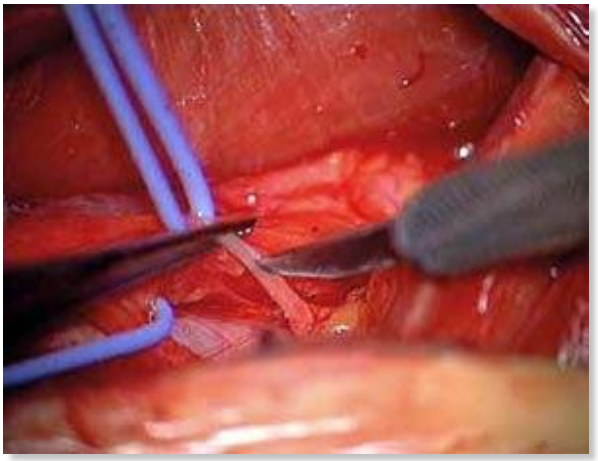


Figure 9: Photographie peropératoire : Neurotomie partielle du nerf tibial postérieur

III.B.2.2.2 Varus irréductible

Le muscle tibial postérieur est rétracté. Il est préférable de réaliser un allongement soit dans le même temps que l'allongement du tendon calcanéen, soit en sous-malléolaire médial (57).

Quelque soit le geste effectué sur le muscle tibial postérieur, deux situations particulières requièrent une double arthrodèse associée. Soit lorsqu'un varus de l'arrière-pied persiste après correction, soit lorsqu'il existe une tendance au pied plat. Dans ce dernier cas, la double arthrodèse peut avoir lieu dans le même temps opératoire.

III.B.3 Traitement des orteils en griffe

La ténotomie des fléchisseurs des orteils et du fléchisseur de l'hallux est également réalisée chez les patients présentant des orteils en griffe (58).

Pour renforcer les releveurs il est possible de les transférer sur les extenseurs (57). Waters transfert le fléchisseur de l'hallux sur le jambier antérieur avec pour objectif de renforcer son action, à condition qu'ils soient actifs lors de la phase oscillante (59).

La griffe des orteils ne doit être traitée qu'en cas de gêne importante associant des douleurs, une difficulté au chaussage, la présence de lésions cutanées ou une plus grande difficulté à la marche. En pratique, cette ténotomie est réalisée en percutanée par la majorité des auteurs (60).
On peut réaliser une ténotomie des fléchisseurs à laquelle est associée une capsulotomie dans les cas ou les griffes sont fixées (61). La ténotomie peut aggraver une dystonie au niveau de l'extenseur de l'hallux et/ou des orteils qui doit absolument être recherchée lors du bilan clinique préopératoire (62). Cette dystonie risque alors de provoquer une hypercorrection.
Enfin, en cas de déformation trop importante, une arthrodèse à ce niveau peut s'avérer nécessaire (31).

Les complications liées à ces ténotomies sont à type de troubles cutanés et de cicatrisation, mais aussi infectieuses.

III.B.4 Traitement des raideurs et instabilités articulaires

Chez les patients souffrant d'une déformation majeure et fixée du pied, la réalisation d'une arthrodèse permet la correction du varus et de l'équin, de manière stable dans le temps, sans qu'une récidive de la déformation ne puisse avoir lieu, permettant une diminution des douleurs. Les gestes agissant sur les parties molles sont alors insuffisants.

Dans ces conditions, la double arthrodèse a une indication de choix dans la prise en charge chirurgicale.

Les arthrodèses tibiotaliennes sont rares aujourd'hui car cette articulation est peu sujette aux raideurs ou aux instabilités. Le maintien d'une mobilité à ce niveau facilite le pas et protège les articulations d'amont et d'aval, notamment le genou qui présente très souvent un recurvatum.

La technique de double arthrodèse associe une arthrodèse sous-talienne et une arthrodèse du couple de torsion au niveau de l'articulation de Chopart :

- Sous-talienne pour la correction dans le plan frontal d'un varus ou d'un valgus.
- Au niveau du Chopart avec une arthrodèse talo-naviculaire et calcanéo-cuboidienne.

Les deux arthrodèses sont le plus souvent associées pour une plus grande stabilité et pour diminuer le risque de pseudarthrodese.
La littérature anglo-saxonne utilise le terme de triple-arthrodèse car elle fait référence aux trois plans de l'espace pouvant être corrigés.

L'approche la plus commune utilise un double abord médial et latéral (63). Un abord médial ou latéral seul est également possible (64,65).
Une fois les surfaces articulaires avivées, le pied est réduit en bonne position et correctement aligné par une fixation temporaire, puis fixé définitivement à l'aide de vis cannulées, agrafes, ou par mise en place d'un fixateur externe associé à une greffe morcelée(66).

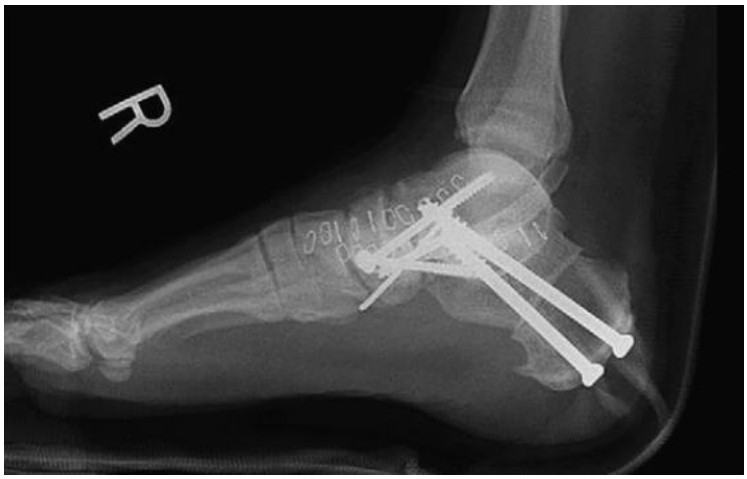


Figure 10 : Radiographie du pied droit de profil post-opératoire : Double arthrodèse d'après Maskill (67)

Ces gestes d'arthrodèse sont accompagnés de gestes de libération postérieure (67) et peuvent être combinés à un rééquilibrage musculaire diminuant le développement d'une arthrose dans les articulations d'amont et d'aval (68).

La technique décrite par Lambrinudi consiste en une arthrodèse entre le médio-pied et l'arrière-pied par ostéotomie triangulaire à base antérieure de soustraction au niveau de l'articulation talo-calcanéenne emportant la face supérieure du calcanéum et une large partie triangulaire sur le talus (69,70).
L'ostéotomie est fixée à l'aide d'agrafes. Il en résulte une arthrodèse permettant une bonne correction de la déformation, même dans les déformations majeures en varus équin.

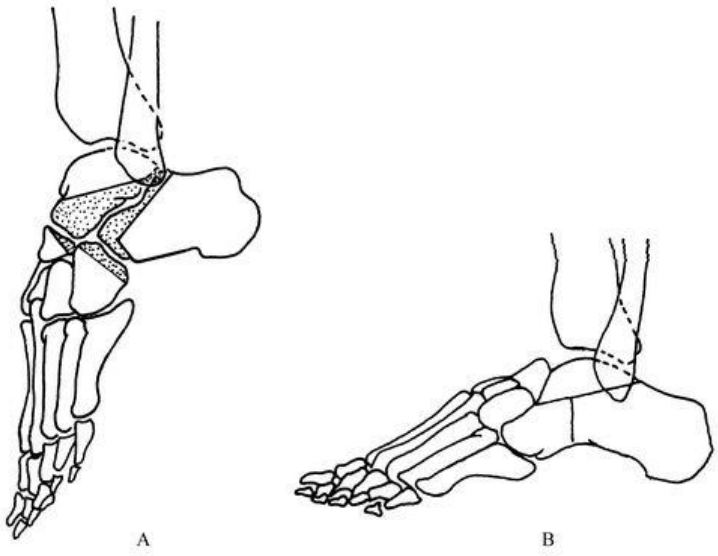


Figure 11: Arthrodèse de Lambrinudi : Ostéotomie triangulaire à base antérieure

L'articulation talo-crurale est laissée indemne. Cette technique n'est donc pas indiquée chez les patients présentant une arthrose ou une instabilité de cheville (71).

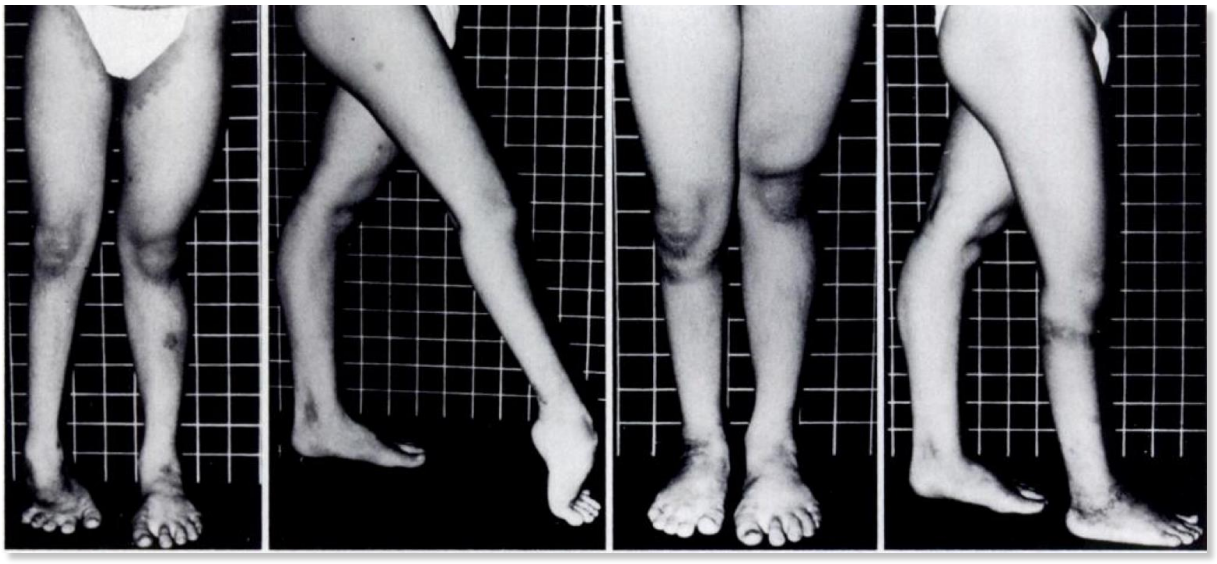


Figure 12: Photographies de face et de profil avant et après prise en charge chirurgicale par arthrodèse de Lambrinudi

Malgré tout, la réalisation d'une talectomie est techniquement difficile. Obtenir un bon contact tibio-calcanéen n'est pas chose aisée et une ostéotomie voire une résection de la partie distale de la fibula est souvent indispensable (72).

La réalisation d'une arthrodèse nécessite un délai de consolidation plus ou moins long avec immobilisation plâtrée et interdiction de l'appui.

Les cas de pseudarthrodèse sont fréquents quelques soient les séries (72–74).
Une reprise chirurgicale peut s'avérer nécessaire avec une nouvelle ostéosynthèse par plaque antérieure (72).
Le post-opératoire immédiat est douloureux malgré l'amélioration des techniques analgésiques (75).

Nous avons pu entrevoir un éventail non exhaustif des thérapeutiques traitant les pieds varus-équin spastiques, depuis les traitements médicaux et de rééducation, en passant par les prises en charges chirurgicales conservatrices et enfin non conservatrices.

-IV-

TECHNIQUE CHIRURGICALE

IV. TECHNIQUE CHIRURGICALE

IV.A. Introduction

L'arthrorise postérieure de cheville par greffon cortico-spongieux iliaque postérieur est une technique chirurgicale utilisée au Centre Hospitalier Universitaire de Dijon .

Elle est dérivée des travaux du Professeur Ombredanne publiés en 1937 dans le Tome II de son Traité de Chirurgie Orthopédique (76). Sa technique a des indications très différentes de l'arthrorise telle que nous la réalisons, elle concerne le pied tombant périphérique, dans les cas où les gestes sur les parties molles ne suffisent plus. L'arthrorise était réalisée en complément d'une double arthrodèse et avait donc les mêmes indications que la triple arthrodèse de Jarde. Il s'agissait alors pour Ombredanne d'un geste moins lourd évitant la dégradation des articulations d'amont et d'aval.

D'autres auteurs comme Nové-Josserand (77) et Toupet (78) associaient à une double arthrodèse une arthrorise postérieure de la cheville.

Toupet dès 1918 utilisait un greffon encastré derrière le bord postérieur du tibia à travers l'astragale et la grande apophyse du calcanéum réalisant selon ses termes une « arthrodèse de torsion avec limitation des mouvements d'extension du pied ».

Figure 13: Double arthrodèse de Toupet

Nové-Josserand dès 1925 utilisait la face supérieure du calcanéum comme une lame pédiculée et relevée verticalement à la partie postérieure du tibia

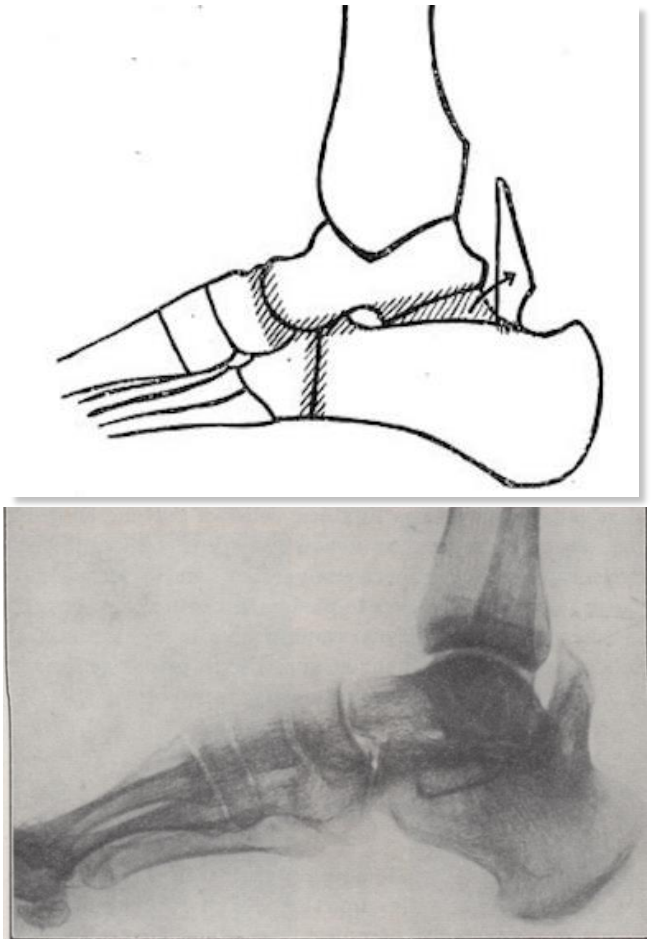


Figure 14: Double arthrodèse de Nove-Josserand

Nous vous présentons dans ce chapitre les différents temps opératoires de cette technique ainsi que les suites opératoires.

IV.B. Installation du patient

L'installation du patient se fait en décubitus ventral.

Les pieds et les chevilles sont laissés libres en dehors de la table afin de pouvoir juger de la réduction de l'équin et du varus du pied en peropératoire.

Un garrot est installé à la racine du membre inférieur.

L'amplificateur de brillance est installé en salle et positionné du côté controlatéral.

Figure 15: Installation en décubitus ventral

Nous utilisons un champ classique d'extrémité remontant au dessus du genou en prenant soin de laisser libre la zone de prélèvement de crête iliaque postérieure homolatérale.

IV.C. Abord postérieur de la cheville

Il est réalisé une incision para-achilléenne médiale verticale mesurant 8 à 10 cm.
Le décollement doit être le moins important possible lors de la phase de dissection sous-cutanée.
La gaine du tendon calcanéen est ouverte sur sa hauteur avec la lame froide.
Nous réalisons une ténotomie d'allongement du tendon calcanéen de manière à sectionner les faisceaux internes qui s'insèrent sur la face médiale de la grosse tubérosité et qui accentuent le varus.

Cette ténotomie doit être longue pour permettre un allongement suffisant et une suture en toute sécurité du tendon avec suffisamment de contact entre les 2 berges pour augmenter ses chances de cicatrisation. La réduction de l'équin et du varus est vérifiée.

Figure 16: Ténotomie d'allongement en Z du tendon calcanéen

Figure 17: Mesure de l'allongement nécessaire pour réduire l'équin

La ténotomie donne accès à toute la partie centrale de la face postérieure de la cheville. Le fascia pré-achilléen est incisé dans sa partie médiale. Le pédicule tibial postérieur est repéré. Le corps et la partie myo-tendineuse du muscle long fléchisseur de l'hallux sont visibles. Le muscle est prudemment récliné de dehors en dedans par un écarteur contre-coudé.

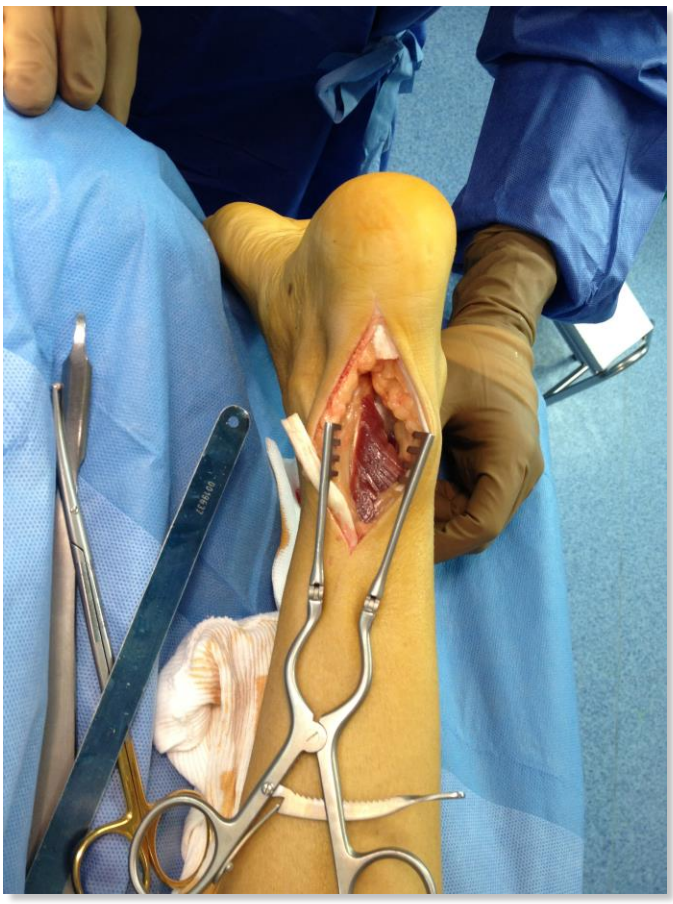


Figure 18: Ouverture du fascia pré-achiléen, repérage du long fléchisseur de l'hallux

La capsule articulaire postérieure est abordée puis libérée (sans effraction articulaire) du tibia jusqu'au calcanéum. Nous complétons la libération postérieure par digitoclasie afin de créer un espace suffisant pour accueillir la greffe.

IV.D. Prélèvement cortico-spongieux de la crête iliaque postérieure homolatérale

La crête iliaque postérieure et le massif des épines iliaques postérieures fournissent une plus grande quantité d'os cortico-spongieux (30 ml) que les prélèvements de crête

iliaque antérieure (5 à 10 ml) (79). Ainsi, une seule installation suffit à la réalisation des différents temps chirurgicaux.

L'incision suit classiquement la crête iliaque, avec un trajet arciforme. Celle-ci est à distance de l'articulation sacro-iliaque afin de ne pas l'ouvrir et ne pas la léser (80).

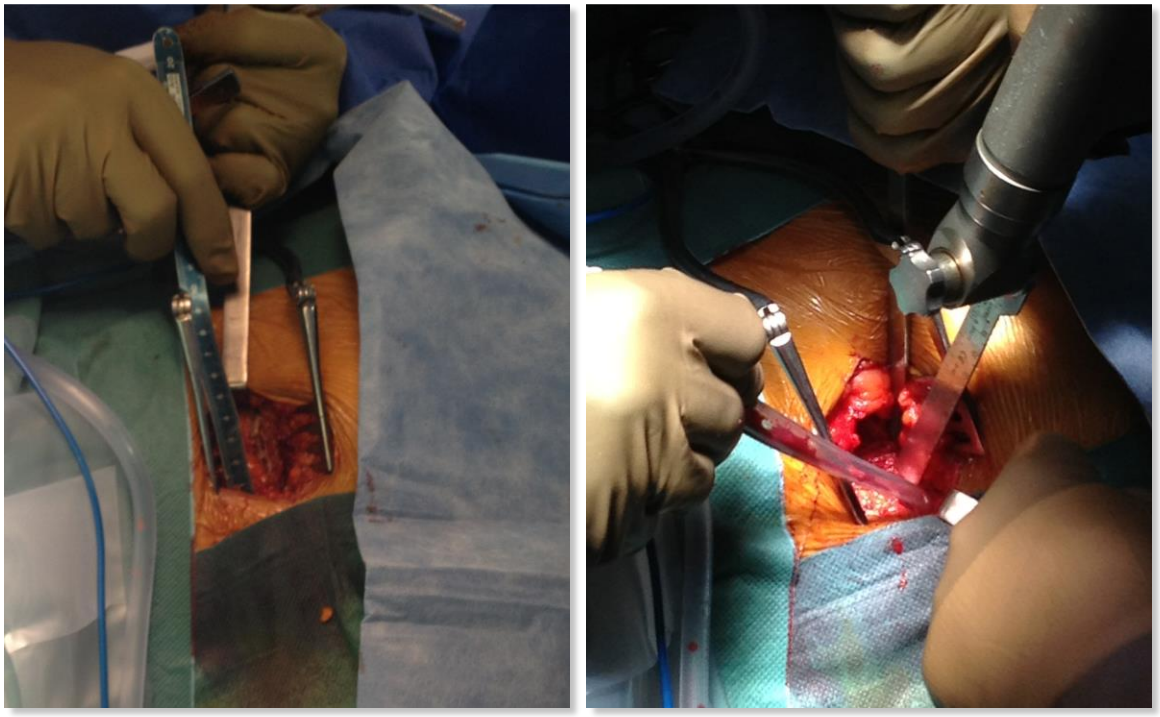


Figure 19: Prélèvement du greffon cortico-spongieux au niveau de la crête iliaque homolatérale

La crête iliaque est alors exposée à l'aide de la rugine.
Il faut prendre soin de ne pas pousser trop loin cette libération afin de ne pas léser l'artère fessière dans l'échancrure sciatique qui est très proche (81).
Un écarteur contre-coudé récline les masses fessières, et un greffon cortico-spongieux, dont la taille a préalablement été mesurée au niveau de l'incision achilléenne, est prélevé. Nous ne prélevons pas d'os spongieux complémentaire.

Figure 20: Greffon iliaque prélevé en peropératoire

IV.E. Mise en place du greffon

Le greffon est ensuite nettoyé puis il est mis en place à la face postérieure de la cheville. Une régularisation du greffon peut être nécessaire si celui-ci n'est pas adapté aux reliefs osseux et trop encombrant.

Le pied est réduit en bonne position. Le greffon est inséré et encastré dans le relief calcanéen sous le talus afin d'assurer l'effet mécanique recherché. Nous ne réalisons pas d'avivement systématique de la face postérieure du tibia.
Nous utilisons classiquement des vis canulées de 4,5mm de diamètre ce qui nous permet d'assurer une stabilisation temporaire du greffon par 2 broches présentes dans l'ancillaire.

Un contrôle radiographique de face et de profil permet de vérifier la bonne position des broches qui doivent être extra-articulaire et parallèles à la surface articulaire. On contrôle la bonne réduction de l'équin. La stabilisation définitive est faite par une vis canulée bicorticale de 4,5mm de diamètre avec rondelle.

Figure 21: Mise en place du greffon iliaque postérieur cortico-spongieux

IV.F. Allongement du long fléchisseur de l'hallux

Il est systématiquement réalisé une ténotomie à la jonction myotendineuse du muscle long fléchisseur de l'hallux afin de lutter contre la griffe de l'hallux et de lutter contre l'action varisante globale de ce muscle. La ténotomie est directement réalisée par l'abord postérieur.

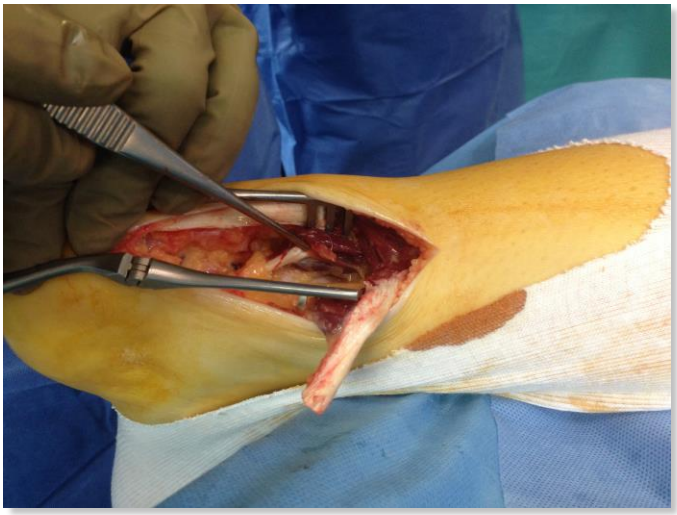


Figure 22: Allongement du long fléchisseur de l'hallux en jonction myo-tendineuse

IV.G. Suture du tendon calcanéen

Le fascia profond pré-achiléen n'est pas suturé. Le tendon calcanéen est suturé sans tension avec l'allongement nécessaire par des points au fil résorbable.

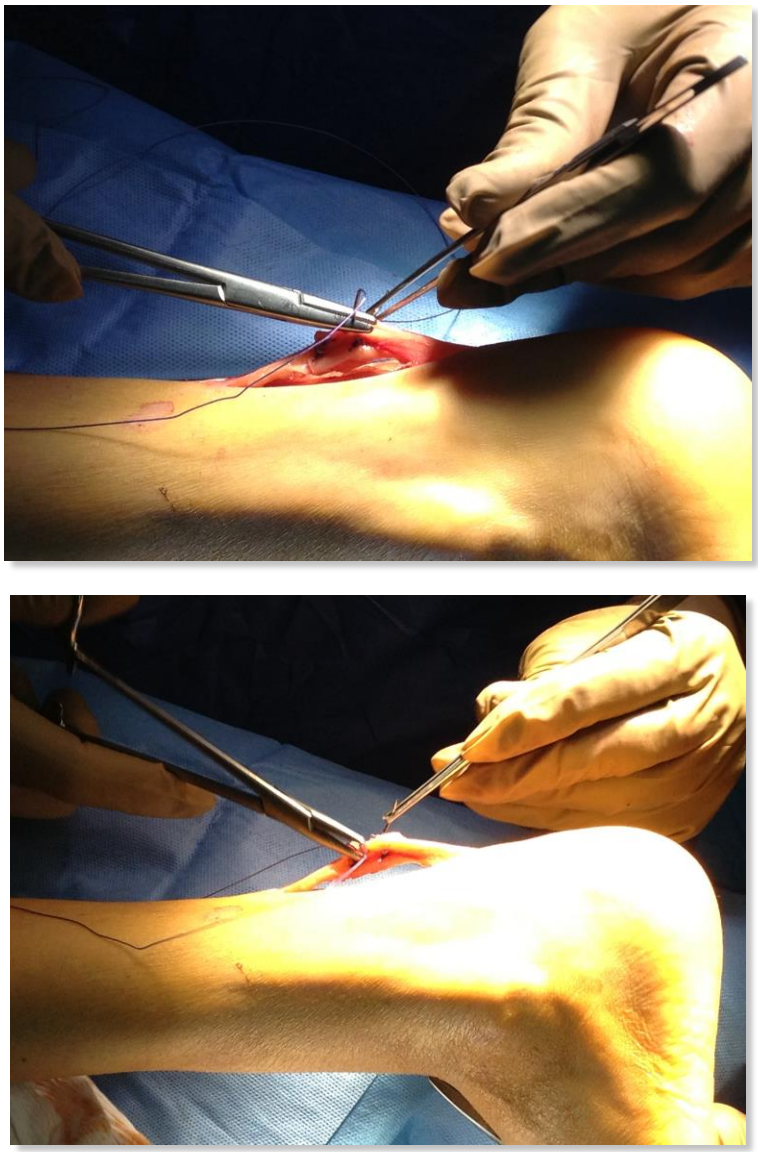


Figure 23: Suture du tendon calcanéen après allongement

IV.H. Fermeture

Pour l'incision postérieure de cheville :
Un lavage au sérum physiologique est réalisé avec mise en place d'un drainage aspiratif profond. Le péri-tendon postérieur est refermé par des points séparés au Vicryl 0.

L'absence de fermeture du fascia antérieur permet l'artifice de De La Caffinière (82) décrite dans les ruptures du tendon d'Achille facilite la fermeture du péritendon en postérieur.
Le tissu cellulaire sous cutané est refermé au Vicryl 2-0 et la peau au fil à peau 2-0 par des points séparés.

En ce qui concerne l'incision au niveau de la crête iliaque :
De la cire hémostatique de Horsley est déposée sur les tranches de section osseuses. Il faut ensuite refermer le périoste et le fascia thoracolombaire.
Le drain aspiratif est positionné en sous-cutané plutôt qu'au contact de l'os.

Nous avons également pour habitude d'infiltrer la cicatrice de prélèvement de crête iliaque postérieure à l'aide de Ropivacaïne 2mg/ml.

Figure 24: Vue de profil du pied après arthrorise en flexion dorsale, position neutre et flexion plantaire

IV.I. Réalisation des gestes complémentaires

Dans notre pratique, une ténotomie percutanée des fléchisseurs d'orteils des rayons latéraux au niveau de la base de la phalange est systématiquement réalisée.
Une attelle plâtrée postérieure à 90° est confectionnée en post-opératoire immédiat.
Une radiographie de contrôle de face et de profil est réalisée en salle de réveil.
Le drain aspiratif est retiré au deuxième jour post-opératoire.
Une kinésithérapie de mise au fauteuil, de verticalisation et d'aide à la marche avec des béquilles est mise en place le plus rapidement possible en fonction des capacités du patient et de ses fonctions préopératoires.
Dans tous les cas, des soins de nursing sont mis en place si la verticalisation n'est pas possible.

IV.J. Suites postopératoires

Une résine circulaire est confectionnée en bonne position au quinzième jour et conservée 4 semaines supplémentaires sans appui.
La prévention de la maladie thromboembolique est instaurée pour une durée minimale de 6 semaines.
Un transfert postopératoire dans un service de rééducation adapté doit être privilégié.
Les patients sont revus à 2 semaines, à 6 semaines et à 3 mois post-opératoire.

Figure 25: Contrôle radiographique post-opératoire de face et de profil d'une arthrorise postérieure de cheville associée à un hémi-transfert du tendon tibial antérieur

-V-

SERIE CLINIQUE

V. SERIE CLINIQUE

V.A. Introduction

Nous présentons ici la première série clinique d'arthrorise postérieure de cheville par greffon cortico-spongieux iliaque.
Il s'agit d'une série homogène avec des critères d'inclusion précis ne regroupant pas les patients atteints de pied varus équin paralytiques périphériques dont la prise en charge thérapeutique et la pathologie sont différentes.

V.B. Matériel et méthodes

V.B.1 Protocole de l'étude

V.B.1.1 Type d'étude

Etude de cohorte rétrospective au sein du Centre Hospitalier Universitaire de Dijon.

V.B.1.2 Objectifs de l'étude

L'objectif principal de cette étude etait d'évaluer les résultats fonctionnels d'une technique chirurgicale d'arthrorise postérieure de cheville par mise en place d'un greffon cortico-spongieux iliaque grâce à l'analyse de la New Functionnal Ambulatory Classification

Les objectifs secondaires étaient:

- l'analyse des autres critères cliniques fonctionnels

- l'analyse des critères radiographiques

V.B.2 Critères d'inclusion

Les patients présentant un pied varus-équin spastique secondaire à une atteinte neurologique centrale.

Les critères d'inclusion étaient les suivants :

- Hommes ou femmes sans limite d'âge
- Capables de comprendre les ordres simples, les consignes de conditionnement et de donner leur consentement éclairé
- Atteints d'un pied varus équin spastique neurologique central
- Et opérés d'une arthrorise postérieure de cheville par greffon cortico-spongieux iliaque postérieur
- Ayant bénéficié d'un bilan radiographique au dernier recul et d'un suivi post-opératoire complet au CHU de Dijon

Les critères d'exclusion étaient les suivants :
- Recul minimum inférieur à 6 mois
- Les patients atteints d'un pied varus équin non neurologique central
- Les patients atteints d'un pied varus équin neurologique central dont l'origine est congénitale
- Les patients perdus de vue ou décédés avant le dernier recul

Toutes les données nécessaires à ce travail ont été compilées grâce au dossier médical informatisé des patients en utilisant au CHU de Dijon le logiciel DxCare.
Il comprenait des lettres de consultation pré et post-opératoires, des comptes-rendus opératoires et les différents examens paracliniques, bilans biologiques et d'imagerie.

V.B.3 Recueil et analyse des données

V.B.3.1 Critères de jugement cliniques

Les critères de jugement lors de l'interrogatoire du patient sont :

- la reprise de la marche et le périmètre de marche
- la marche pieds non chaussés
- la marche sur terrain accidenté
- l'abandon plus ou moins complet des chaussures et/ou des orthèses
- la présence de douleurs et leur localisation
- le taux de satisfaction vis-à-vis de la prise en charge chirurgicale :

→ Très satisfait, Satisfait ou Non satisfait

- une demande d'estimation de l'amélioration de la marche en pourcentage

Les critères de jugement lors de l'examen clinique sont :

- la présence de déformations du pied
- la qualité de la cicatrisation
- la présence de douleurs à la palpation et/ou à la mobilisation

- les amplitudes articulaires de la cheville
- le déroulé du pas avec attaque sur le talon

Les critères de jugement du retentissement fonctionnel ont été calculés en préopératoire et en post-opératoire pour le NFAC et en post-opératoire pour les deux autres :

- Le score New Functionnal Ambulatory Classification (NFAC) (25): Il permet d'analyser la marche en incluant le patient dans 8 catégories différentes, en fonction de l'aide d'une tierce personne, de la possibilité de marcher sur une surface plane et d'utiliser les escaliers. Un patient de Classe 8 étant considéré comme indépendant. (ANNEXE 1)

- Le score de L'American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) (83): Il s'agit de la version spécifique à l'arrière-pied du score Américain crée en 1994. Le questionnaire comprend 9 items, regroupés en 3 catégories : la douleur sur 40 points, les aspects fonctionnels sur 50 points et l'alignement sur 10 points, pour un total de 100 points. (ANNEXE 2)

- Le score Medical Outcome Study Short Form-12 (SF-12) (84): ce score généraliste de qualité de vie peut être utilisé pour toute personne ayant des difficultés de santé et porte sur 12 items regroupés en 7 catégories. Il s'agit d'une échelle d'auto-évaluation. Il a été développé à partir du questionnaire SF-36 (85). Il est souvent utilisé en complément de bilans plus spécifiques. Il permet d'obtenir deux scores, un score évaluant l'état de santé mental et un score évaluant l'état de santé physique. (ANNEXE 3)

V.B.3.2 Critères de jugement radiographiques

Tous ces critères sont mesurés au dernier recul à l'aide d'une radiographie de face de la cheville et d'une radiographie de profil en charge.

Les critères de jugement radiographiques sont :

- la position du greffon iliaque
- la présence d'une fracture ou d'une lyse du greffon
- la présence d'une rupture de matériel sur une vis corticale
- le développement d'une arthrose de la cheville

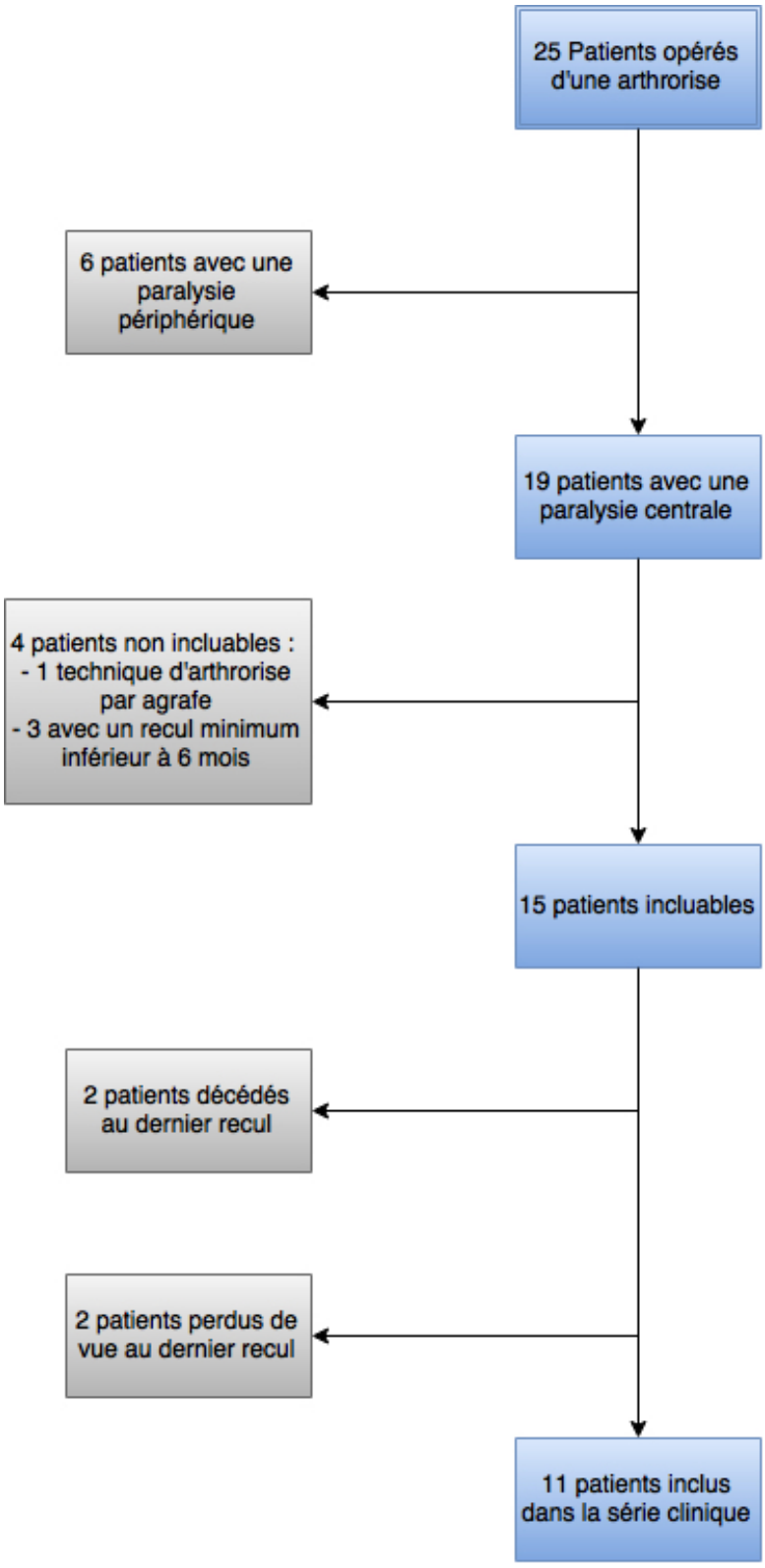


Figure 26: Organigramme regroupant l'ensemble des patients ayant bénéficié d'une arthrorise de cheville par greffon cortico-spongieux iliaque

V.C. Résultats

V.C.1 Description de la population

Entre juin 2010 et décembre 2015, 25 patients pour 25 pieds ont bénéficié d'une arthrorise postérieure de cheville par greffon iliaque cortico-spongieux.
Six d'entre eux présentaient une paralysie périphérique, 4 ne pouvaient pas être inclus par non respect des critères d'inclusion, 2 patients ont été perdus de vue au dernier recul et deux autres sont décédés.

Au total, 11 patients ont été inclus. Les données démographiques de la population sont décrites dans le tableau 1. Il s'agissait de patients présentant un pied varus-équin spastique d'origine neurologique centrale dans les suites d'un accident vasculaire cérébral (10 cas) ou d'un traumatisme crânien (1 cas)

TABLEAU 1 : Caractéristiques démographiques préopératoires

	Cohorte totale
	N =11
Age au moment de l'accident (Années)	45,5 (13,47)
Age moyen au moment de la chirurgie (Années)	48,9 (13,70)
Délai Accident/Chirurgie (Mois)	40,5 (21,29)
Genre (Femme/Homme)	6 (54,5%)/5 (45,5%)
Côté opéré (Droit/Gauche)	3 (27,2%) /8 (72,7%)
Etiologie (Ischémique/Hémorragique/Traumatique)	6 (54,5%)/4 (36,4%)/1 (9%)
IMC (Kg/m2)	24,2 (3,85)
Score ASA (American Society of Anesthesiology) (86)	
I	0
II	10 (90,9%)
III	1 (9%)

IMC : Indice de Masse Corporelle, Score ASA : ASA Physical Status Classification System

L'ensemble des patients présentait une rétraction du complexe sural postérieur.

En terme de prise en charge préopératoire, tous avaient eu une rééducation intensive et la majorité des injections de toxine botulique.

Enfin, le score NFAC le plus retrouvé est de Classe 5.

TABLEAU 2 : Retentissement fonctionnel en préopératoire

	Cohorte totale				
	N =11				
Varus	11 (100%)				
Equin	11 (100%)				
Rétractions du complexe postérieur	11 (100%)				
Douleur	4 (36,4%)				
Kinésithérapie	11 (100%)				
Injections de Toxine Botulique	10 (90,9%)				
Traitements médicamenteux de la spasticité	6 (54,5%)				
Score NFAC	Classe 0	Classe 2	Classe 4	Classe 5	Classe 6
	3 (27,2%)	2 (18%)	1 (9%)	3 (27,2%)	2 (18%)

V.C.2 Données peropératoires

On note quelques variations dans le matériel utilisé mais aussi dans les gestes sur les parties molles. Le tibial postérieur a été transféré dans un cas, il a été ténotomisé dans un autre cas.

Les données peropératoires sont synthétisées dans le tableau 3.

TABLEAU 3 : Données chirurgicales peropératoires

	Cohorte totale	
	N =11	
Arthrorise	11 (100%)	
Allongement tendon calcanéen	11 (100%)	
Allongement fléchisseur de l'Hallux	11 (100%)	
Greffon crête iliaque	11 (100%)	
Vis	1 vis	10 (90,9%)
	2 vis	1 (9%)
Rondelle	5 (45,5%)	
Ténotomie des fléchisseurs d'orteils	8 (72,7%)	
Tibial postérieur	Ténotomie	1 (9%)
	Transfert	3 (27,2%)
Transfert tibial antérieur	6 (54,5%)	
Infiltration cicatrice	11 (100%)	
Immobilisation attelle plâtrée postérieure	11 (100%)	

V.C.3 Effets indésirables

Un patient a nécessité un deuxième temps chirurgical pour réaliser une ténotomie du long extenseur de l'hallux.
Il présentait effectivement un hallux gênant en extension dans les suites de son allongement du long fléchisseur de l'hallux.

Par ailleurs, deux patients n'ont pas pu reprendre la marche en postopératoire. Le premier ne marchait pas en préopératoire à cause d'une spasticité généralisée dans les suites d'un traumatisme crânien avec hémorragie cérébrale bilatérale.
Le second marchait très peu et n'a pu reprendre une déambulation du fait d'une fracture du col du fémur homolatérale à l'arthrorise.

Aucune désunion ou surinfection de cicatrice n'a été retrouvée.

V.C.4 Analyse longitudinale de la cohorte

V.C.4.1 Clinique

Huit patients marchent en postopératoire contre 5 en préopératoire.

L'ensemble des aides techniques a diminué en postopératoire.

5 patients présentent des douleurs postérieures au niveau du triangle de Kager en postopératoire.

TABLEAU 4 : Analyse clinique de l'amélioration fonctionnelle en préopératoire et au dernier recul

	Cohorte totale N =11	
	Préopératoire	Dernier recul
Marche	5 (45,5%)	9 (81,8%)
Canne	10 (90,9%)	8 (72,7%)
Orthèse releveur	9 (81,8%)	0
Chaussures orthopédiques	5 (45,5%)	1 (9%)
Marche pieds nus	0	9 (91,8%)
Marche sur terrain accidenté	0	9 (81,8%)
Fauteuil roulant	7 (63,6%)	2 (18%)
Douleur	4 (36,4%)	5 (45,5%)
Score NFAC Moyen	3,18 (2,32)	5 (2,45)
Score AOFASS Moyen	40,36 (9,06)	65,36 (12,34)

L'ensemble des patients marchant a vu son périmètre de marche augmenter.
Les patients sont satisfaits dans 6 cas et très satisfaits dans 5 cas.
Le déroulé du pas reste incomplet dans tous les cas mais les amplitudes passives de cheville sont conservées.
En terme de qualité de vie le score SF12 physique moyen est de 29,08 et le score SF12 mental moyen est de 50,66.

Le score NFAC moyen a été amélioré dans tous les cas passant de 3,18 à 5.
Le score AOFASS moyen est de 65,36 en postopératoire contre 40,36 en préopératoire.

TABLEAU 5 : Résultats cliniques au dernier recul

	Cohorte totale N =11		
Augmentation du périmètre de marche	9 (81,8%)		
Douleur du site de prélèvement	3 (27,2%)		
Satisfaction	Non satisfait	Satisfait	Très satisfait
	0	6 (54,5%)	5 (45,5%)
Estimation amélioration moyenne de la marche (en %)	50		
Déformation résiduelle du pied	3 (27,2%)		
Cicatrices propres	11 (100%)		
Amplitudes articulaires (en °)	Flexion dorsale	Flexion plantaire	
	6,3 (2,23)	11,3 (2,23)	
Déroulé normal du pas	0		
Score SF-12	Physique	Mental	
	29,08 (4,99)	50,66 (9,11)	

V.C.4.2 Radiographique

Aucune malposition dans la mise en place de la cale d'arthrorise ou du matériel d'ostéosynthèse n'a été retrouvée.

Nous retrouvons 2 cas de rupture de greffon et 3 cas de lyse du greffon et 1 cas de rupture de matériel.

Enfin, 1 patient a développé une arthrose tibio-talienne au dernier recul.

TABLEAU 6 : Résultats radiographiques au dernier recul

	Cohorte totale
	N =11
Position du greffon	11 (100%)
Fracture du greffon	2 (18%)
Lyse du greffon	3 (27,2%)
Lyse du calcanéum	1 (9%)
Rupture de matériel	1 (9%)
Arthrose tibio-talienne	1 (9%)

-VI-

DONNEES TECHNIQUES COMPLEMENTAIRES

VI. DONNEES TECHNIQUES COMPLEMENTAIRES

VI.A. Test comparatif sur plateau de marche en pré et post-opératoire

Afin d'obtenir des informations précises et objectives sur la cinétique et la cinématique du pas, le recours à une analyse quantifiée de la marche peut s'avérer utile.

Figure 27: Plateforme d'Investigation Technologique du CHU de Dijon

La plateforme d'investigation technologique (PIT), située au sein du Centre de Convalescence et de Rééducation du CHU de Dijon est doté d'un laboratoire d'analyse de la marche qui comprend plusieurs caméras infrarouges disposées autour de la plateforme de marche sous laquelle des capteurs de force de réaction au sol sont installés. Un dispositif électromyographique peut y être associé et un système informatique complexe permet de traiter ces données (13).

Le système VICON et son logiciel NEXUS 2 permet de coupler les différentes données vidéo, électromyographiques et de force.

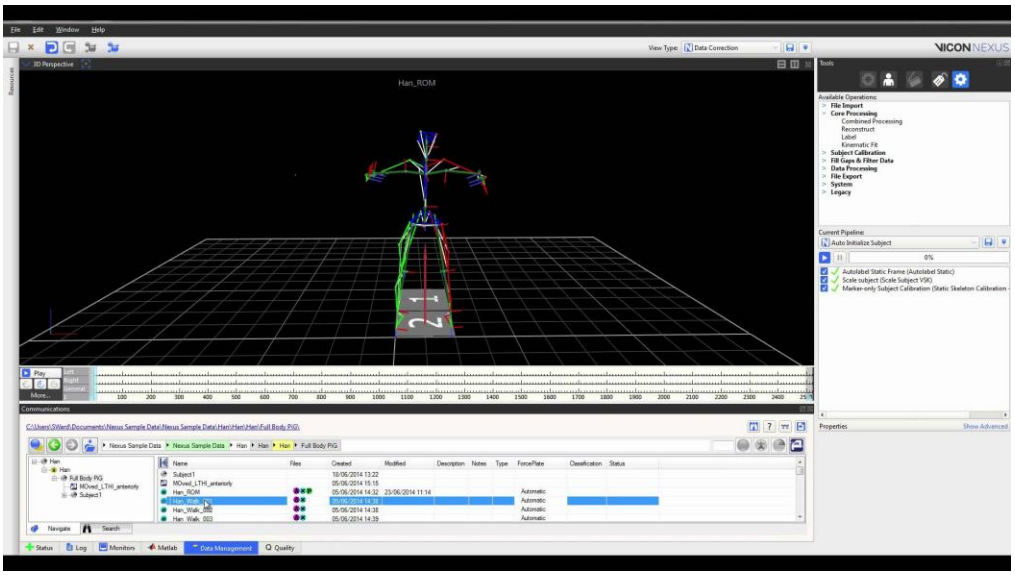


Figure 28: Logiciel NEXUS 2 de VICON

Le corps est divisé en segments grâce au positionnement de plusieurs marqueurs passifs sur l'ensemble du corps. Ces capteurs, de petites sphères, placés à chaque intersection de membre, sont repérés par les caméras infrarouges, et le couplage des différents angles de prise de vue permet l'obtention d'une imagerie en trois dimensions de la marche du sujet.

Figure 29: Type de capteur utilisé par le système VICON

Figure 30: Exemple d'emplacement des capteurs

Cet enregistrement permet alors une analyse précise des troubles de la marche du côté atteint, en l'occurrence le côté hémiplégique présentant un pied varus-équin spastique dans notre cas.
Cette analyse permet également d'évaluer l'importance de l'adaptation du côté sain aux modifications opérées du côté hémiplégique.

Cette analyse est d'ailleurs utilisée fréquemment pour évaluer finement les effets des différentes thérapeutique sur la marche du patient (13,87,88).

Nous souhaitions connaître les effets concrets de l'arthrorise postérieure de cheville associée aux gestes réalisés sur les parties molles sur le développement du pas chez nos patients d'un point de vue cinématique.

Une analyse préopératoire et postopératoire a donc été réalisée chez une patiente de notre série clinique.

Madame B, âgée de 45 ans, a été victime d'un accident vasculaire cérébral ischémique sylvien droit en janvier 2010. Elle présentait une hémiplégie gauche avec pied varus-équin spastique séquellaire.
Elle a bénéficié d'un bilan neurologique et de réadaptation complet associé à des séances régulières de kinésithérapie.
Gênée par une spasticité importante au membre inférieur gauche, plusieurs injections de toxine botulique ont été réalisées.
Les effets de ces injections se sont avérés insuffisants et après réunion de concertation pluridisciplinaire, il a été décidé en accord avec la patiente, d'une prise en charge chirurgicale par arthrorise postérieure de cheville qui a eu lieu le 26 novembre 2012.
Nous avons associé une arthrorise fixée par deux vis avec un allongement du tendon calcanéen et une ténotomie percutanée des fléchisseurs d'orteils, mais aussi un transfert du tibial postérieur par insuffisance du tibial antérieur.
Il faut noter que la patiente a été reprise par la suite pour réaliser une ténotomie de l'extenseur de l'hallux avec un bon résultat.

Dans le cadre du bilan préopératoire, elle a donc bénéficié d'une analyse de la marche qui a permis de mettre en évidence une attaque du pas digitigrade typique des patients atteints d'un pied varus-équin.

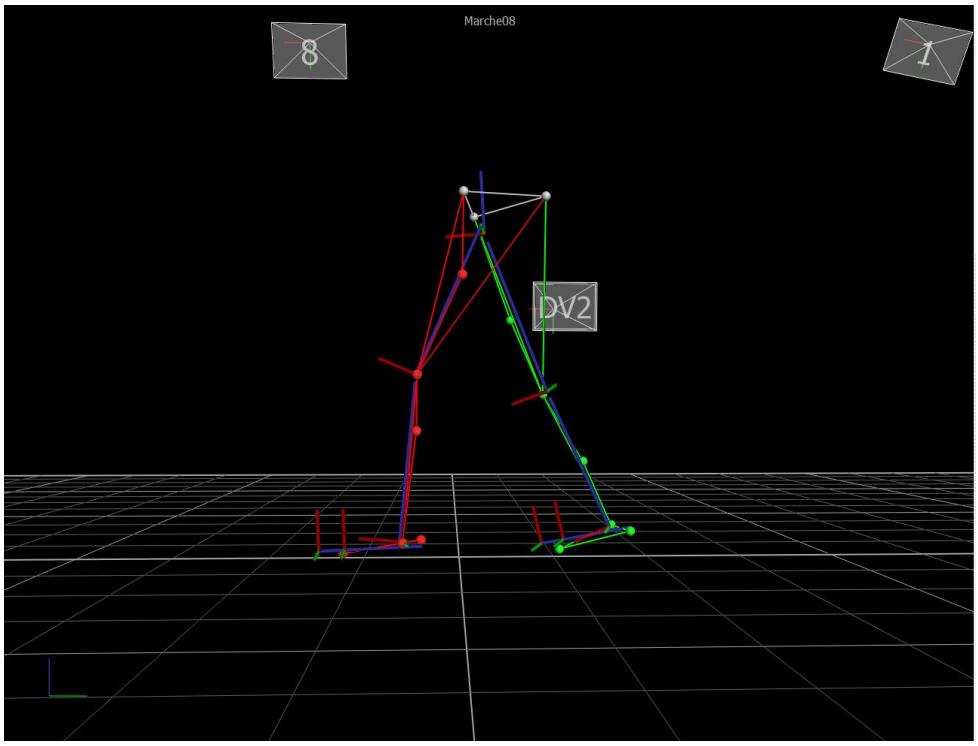


Figure 31: Imagerie segmentaire de la marche en préopératoire : attaque digitigrade du pas (pied gauche rouge)

La représentation en Butterfly des forces de réaction au sol est asymétrique entre les deux pieds, moins important sur le pied gauche spastique en rouge.
L'attaque du pas au sol est digitigrade.

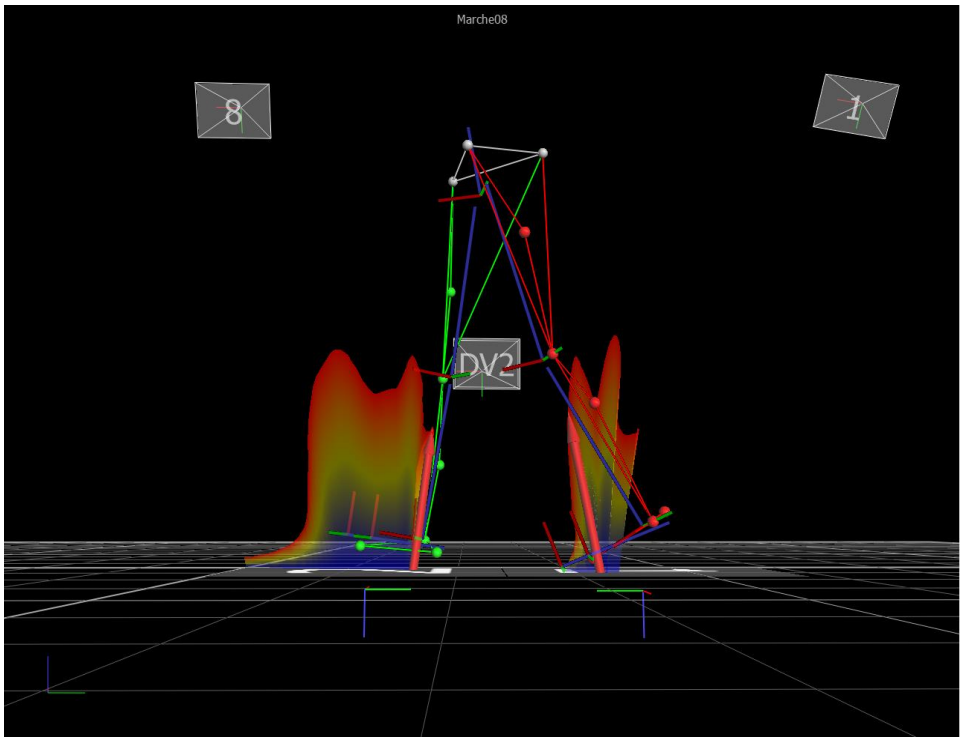


Figure 32: Imagerie segmentaire de la marche en préopératoire : Représentation en Butterfly des forces de réaction au sol asymétrique, moins important sur le pied gauche en rouge

Nous avons alors réalisé une nouvelle analyse de la marche chez cette même patiente dans les suites de l'arthrorise postérieure de cheville avec 39 mois de recul.

L'attaque du pied au sol est cette fois nettement plantigrade. La représentation en Butterfly des forces de réaction au sol est presque symétrique entre les deux pieds.

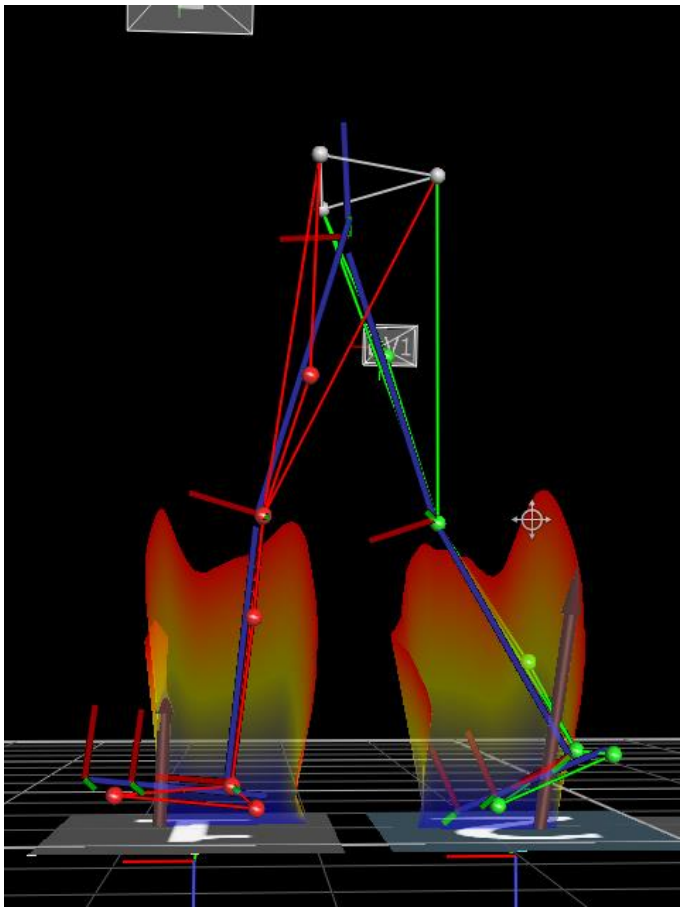


Figure 33: Imagerie segmentaire de la marche en postopératoire : attaque au sol plantigrade (segment de pied gauche rouge). Représentation en Butterfly des forces de réaction au sol presque identique entre les deux pieds

La vitesse de marche est passée de 0,89 m/s à 1,0 m/s en postopératoire.
La cadence du pas a également augmenté passant de 102 pas/min à 110 pas/min.
L'ensemble des résultats est regroupé dans le Tableau 7.

TABLEAU 7 : Comparaison des paramètres biomécaniques en préopératoire et au dernier recul		
	Patiente test Madame B	
	Préopératoire	Dernier recul
Vitesse de marche (m/s)	0,896	1,001
Longueur du cycle (m)	1,053	1,091
Longueur du pas (m)	0,528	0,552
Cadence du pas (pas/min)	102	110
Temps de simple appui (%)	36,22	37,90
Temps de double appui (%)	25,55	24,47
Temps de phase d'appui (%)	72,75	68,23
Amplitude articulaire		
Flexion Dorsale (°)	-6,74	17,92
Flexion plantaire (°)	-16	0,35

L'ensemble des paramètres spatio-temporels de la marche a été amélioré en postopératoire.

Une modification du cycle de marche avec une augmentation du temps de simple appui et une diminution du temps de double appui est visible.

La durée de la phase d'appui a diminué au profit de la phase oscillante.

En ce qui concerne les amplitudes articulaires, la flexion plantaire a diminué alors que la flexion dorsale de la cheville a augmenté.

Dans le plan frontal, l'inversion du pied a diminué passant de -6 degrés à -1,63 degrés.

VI.B. Etude de la géométrie optimale du greffon cortico-spongieux iliaque

La mise en place d'une cale d'arthrorise à la face postérieure du tibia a pour objectif de limiter les amplitudes de la cheville en flexion plantaire afin de rendre la cheville plus stable lors de la phase d'appui et d'empêcher la spasticité de déformer à nouveau le pied en équin comme nous l'avons vu précédemment.
Elle doit également permettre de corriger le varus de l'arrière-pied.

La cale d'arthrorise agit comme une butée sur la face dorsale de la grande tubérosité du calcanéum.
La forme de cette cale n'est pour l'instant pas clairement définie dans la technique chirurgicale et nous avons voulu discuter les différentes formes possibles.

Notre hypothèse est que la forme de la cale pourrait influer sur les contraintes appliquées à l'articulation, réduisant ainsi plus ou moins les déformations en équin et en varus de l'arrière-pied.
La forme doit également être adaptée afin de créer le minimum de conflit avec les tissus mous, le paquet vasculo-nerveux tibial postérieur et les muscles.

Dans le plan sagittal, la cale peut être positionnée plus ou moins haut, d'autant plus que distalement la face postérieure du tibia ne présente ni crête, ni insertion musculaire. Elle présente deux gouttières, l'une pour le muscle tibial postérieur, l'autre pour le muscle long fléchisseur de l'hallux (81).
Nous réglons la cheville pied à 90 degrés afin d'éviter toute hypercorrection et affaiblissement trop important du triceps sural. La position de la cale est donc directement corrélée à ce réglage lors de la suture du tendon calcanéen. Elle devra être au contact de la grande tubérosité lorsque le pied est à 90 degrés.

La cale devrait théoriquement être suffisamment grande pour être fixée sur le tibia au contact de l'os cortical.

Figure 34: Radiographie de cheville droite de profil : fin de la zone corticale (Flèche rouge)

Comme nous le voyons sur une coupe tomodensitométrique, l'os cortical se termine avant la zone spongieuse métaphysaire, dont la tenue sera plus faible. Ceci est très important car il s'agit de patients à faible potentiel de déambulation dont la qualité osseuse peut être amoindrie.

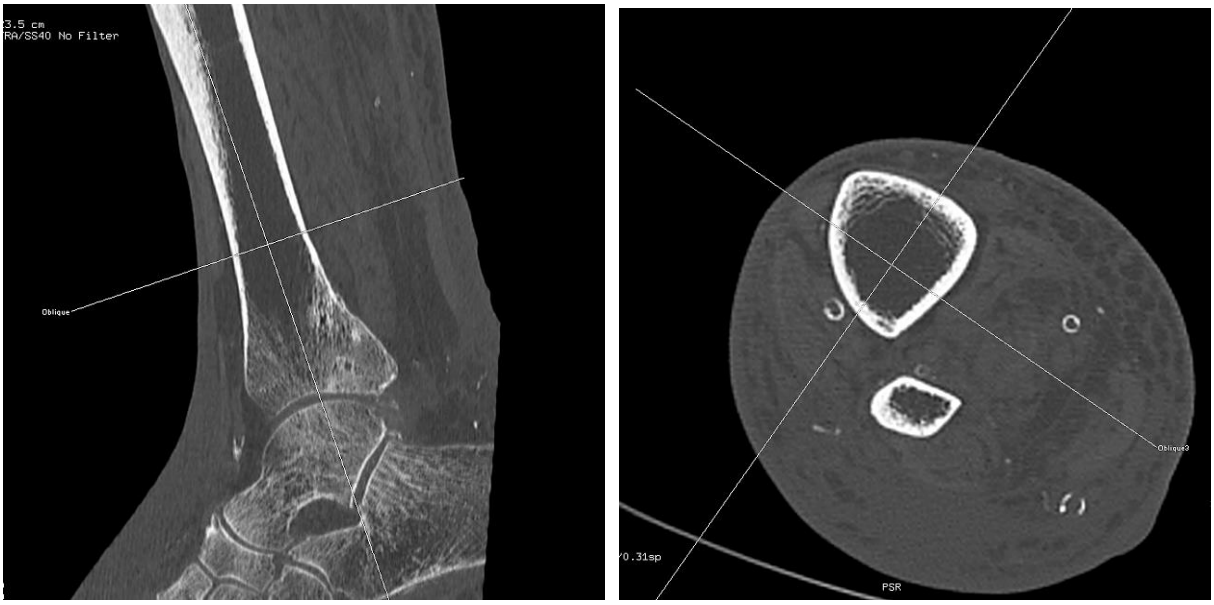


Figure 35: Coupes sagittale et axiale de scanner de cheville : zone diaphysaire, corticale épaisse

Ainsi, si l'on souhaite fixer la cale en zone corticale solide, le greffon devra être de taille suffisante. Il faudrait réaliser une étude scannographique sur un nombre suffisant de chevilles pour connaitre la position moyenne de la partie distale de la corticale à la partie postérieure du tibia.

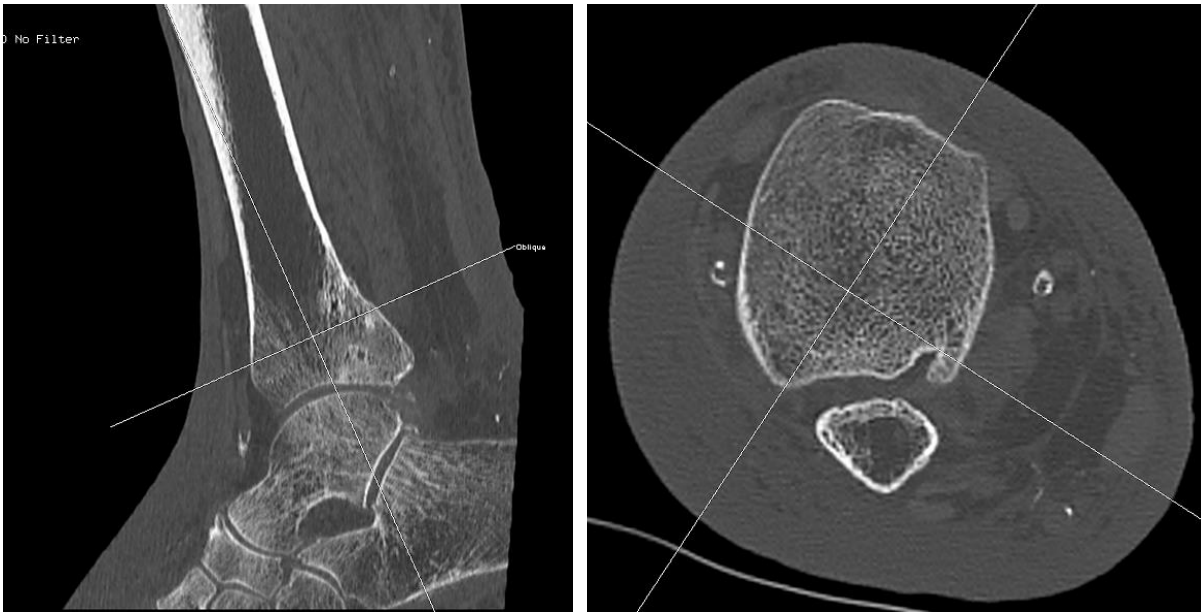


Figure 36: Coupes sagittale et axiale de scanner de cheville : zone métaphysaire, corticale amincie

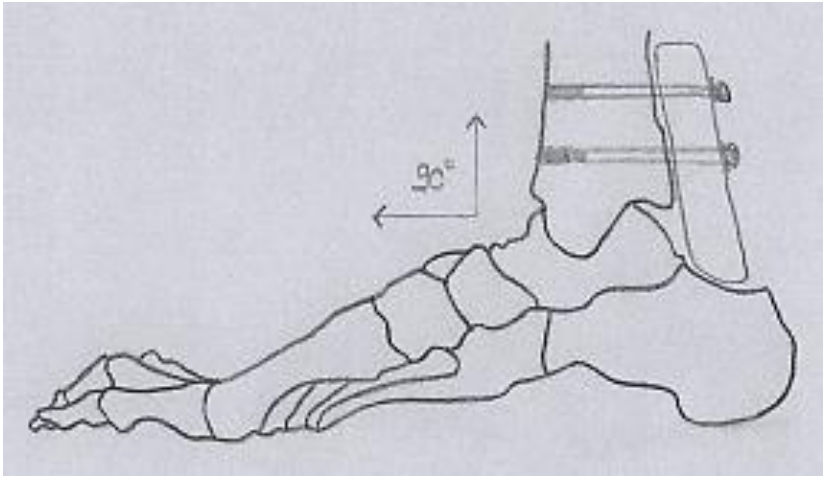


Figure 37: Augmentation de hauteur de la cale d'arthrorise pour une fixation corticale solide– vue sagittale

Nous utilisons une greffe autologue prélevée au dépend de la crête iliaque homolatérale. Le Docteur Khouri au centre Hospitalier de Nevers a réalisé plusieurs cas d'arthrorise sur pied paralytique périphérique, en utilisant des greffons par allogreffe dont nous n'avons pas l'expérience. Leur encombrement semble maximal au niveau du triangle de Kager mais leur solidité doit être accrue.

Figure 38: Radiographie de cheville gauche de profil. Exemple d'allogreffe utilisée au Centre Hospitalier de Nevers

Dans le plan frontal, la forme distale de la cale peut influencer le maintien d'un arrière-pied axé.

En cas de varus modéré, la forme de la cale aura peu d'importance dans le plan frontal et pourra être carrée ou légèrement trapézoïdale.

On peut imaginer que chez les patients dont la composante de varus de l'arrière-pied est plus marquée, la forme de la cale devra être plus contrainte.

Ainsi, une cale débordant en médial et en latéral de la grande tubérosité pourrait limiter le varus.

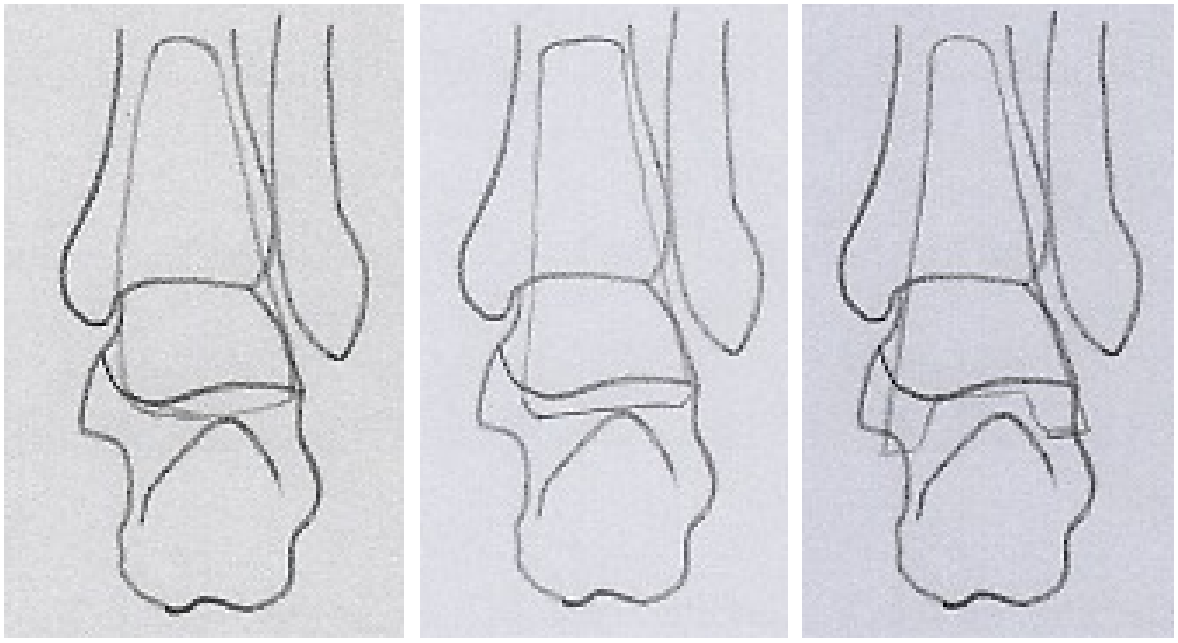


Figure 39: Différentes formes de la cale d'arthrorise – vue postérieure

Il est intéressant de noter que les variations anatomiques retrouvent des grandes tubérosités calcanéennes plus ou moins larges et la forme de la cale devra en tenir compte (89).

Figure 40: Variations anatomiques calcanéennes – vue postérieure de calcaneums droit et gauche

Ce développement théorique nous oblige à réfléchir à la solidité d'un tel montage.
Si la cale est plus grande dans le plan sagittal, les contraintes au niveau du triangle de Kager risquent d'être trop importantes.

Si la cale déborde en médial et en latéral dans le plan frontal, nous pouvons penser que cette forme sera plus contrainte et donc forcément plus à risque de rupture.
Le recours à une plaque, seule ou associée à l'interposition d'un greffon, peut être intéressante. Elle permettra un encombrement moindre dans le plan sagittal et une bonne solidité dans le plan frontal.

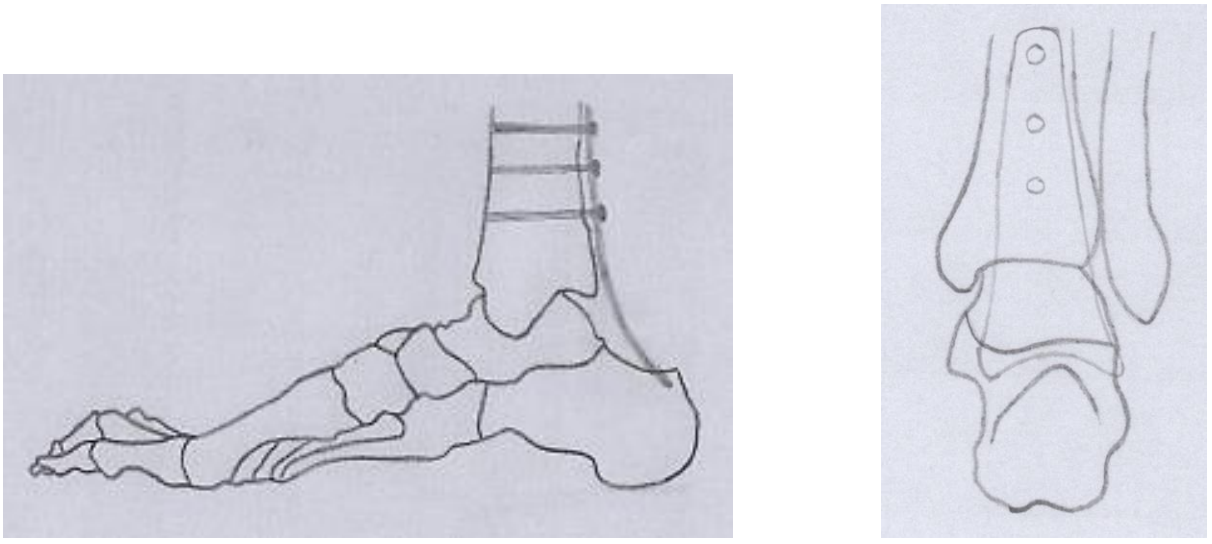


Figure 41: Utilisation d'une plaque postérieure en remplacement de la cale osseuse – vue postérieure et sagittale

-VII-

DISCUSSION

VII. DISCUSSION :

VII.A. Série clinique préliminaire

VII.A.1 Données épidémiologiques

L'âge moyen de nos patients au moment de la chirurgie est de 48,9 ans ce qui est comparable aux séries publiées (90–93). Notre série regroupe des patients victimes d'un traumatisme crânien, souvent plus jeunes et des patients victimes d'accidents vasculaires cérébraux.

Tous ont bénéficié d'une prise en charge médicale standard de rééducation précoce, permettant la mise en place de nombreuses aides techniques plus ou moins invalidantes. Il est à noter que la grande majorité (10 patients sur 11) avaient bénéficié d'injections de toxines botuliques, pratique courante et réalisée de manière précoce dans la majorité des centres avec de très bons résultats. Elles sont largement utilisées par nos collègues neurologues et médecins rééducateurs au CHU de Dijon.

VII.A.2 Données peropératoires

Notre technique chirurgicale est standardisée et associe arthrorise postérieure, allongement du tendon calcanéen et du long fléchisseur de l'hallux, plus ou moins associés à une ténotomie des fléchisseurs d'orteil et transfert d'un hémi-tibial antérieur dans 6 cas sur 11, ou d'un tibial postérieur dans 3 cas.

En ce qui concerne la réalisation de l'arthrorise proprement dite, son indication ne concerne pas les pieds varus équin présentant une atteinte articulaire, elle ne doit pas être opposée à la réalisation des arthrodèses.

Malgré tout, la réalisation d'un artifice technique d'arthrorise, améliore potentiellement les résultats des gestes sur les tissus mous et peut nous éviter d'avoir recours à une arthrodèse ultérieure ou en retarder la réalisation.

L'arthrodèse est un geste plus lourd, irréversible et techniquement plus difficile.

Le délai de consolidation est long, les cas de pseudarthrodèses fréquents, le membre arthrodésé peut être plus ou moins raccourci en fonction de la technique utilisée.

Enfin, une décompensation des articulations d'amont et d'aval responsable d'une dégradation fonctionnelle progressive est fréquemment retrouvée dans les suites (75).

La série de double arthrodèse de Bennet ne retrouve que 36% de bons résultats (94).

Les résultats rapportés pour la technique de Lambrinudi sont globalement bons. La série de Alter retrouve 8 patients sur 50 en échec soit par manque d'amélioration fonctionnelle pure, soit par défaut de réaxation ou par détérioration des articulations sus et sous-jacentes (71). La série de Hall sur 33 pieds retrouve 3 cas de complications (69).

Il existe également un risque important d'ostéonécrose du talus restant mais aussi de pseudarthrose, surtout au niveau de l'articulation talo-naviculaire (74).

Enfin, la pan-arthrodèse de Johnson ne retrouve que 68% de bons résultats. La série d'arthrodèse tibio-calcanéenne de Jarde retrouve 10 bons résultats sur 13 avec deux cas de pseudarthrose (72).

Simon insiste sur l'importance de réaliser les gestes de rééquilibrage musculaire dans les cas nécessitant une double arthrodèse. En cas de déséquilibre, les contraintes sur l'articulation tibio-tarsienne sont trop importantes (68).

Biga note l'intérêt possible des arthrolyses simples dans les cas de raideur articulaire sans arthrose associée, nous n'en avons pas l'expérience (95).

La plupart des patients ne présentent qu'une atteinte extra-articulaire et peuvent bénéficier d'une prise en charge associant chirurgie du nerf par neurotomie et chirurgie tendineuse d'allongement et de transferts impactant faiblement le patient avec de bons résultats fonctionnels.

Notre approche neuro-orthopédique ne comprend pas pour l'instant la réalisation de neurotomies. Comme nous l'avons vu, cette intervention neurochirurgicale semble avoir toute sa place dans la prise en charge du pied varus équin spastique, que ce soit pour traiter l'équin réductible ou le varus réductible de l'arrière-pied dû au muscle tibial postérieur (3).

Des troubles sensitifs ont été retrouvés, transitoirement, ainsi qu'une hypercorrection en talus dans 2 cas sur 62 neurotomies (96). Asencio et al (31) retrouve également une diminution du pas postérieur qu'il attribue à une faiblesse du triceps dans les suites de la neurotomie.

Une diminution des douleurs et des lésions cutanées ainsi qu'une amélioration de la dorsiflexion et une amélioration de la cinématique de lamarche est retrouvée dans les suites des neurotomies (97,98). Et surtout, ces résultats apparaissent stables dans le temps, en tout cas chez l'adulte, probablement beaucoup moins chez l'enfant (96,99–101).

Nous pouvons noter que le patient n'est pas du tout immobilisé lorsque cette intervention est réalisée seule. Or ceci est probablement un élément important car toute immobilisation représente une épine irritative potentielle chez le patient spastique. Et la mobilisation postopératoire permet une reprise immédiate de la rééducation.

→ Nous n'avons réalisé le transfert de l'hémi-tibial antérieur que dans les cas où les muscles valgisants étaient actifs, nous permettant ainsi d'éviter d'avoir recours à une double arthrodèse.

Notre hémi-tibial antérieur est fixé sur le cuboïde à l'aide d'une ancre. D'autres équipes ont pour habitude de le fixer au court fibulaire (56) ou à travers le troisième cunéiforme ou le cuboïde via un tunnel, puis de le fixer en transplantaire ou de le suturer sur lui même (57,58,93).

Le tunnel semble permettre une bonne tenue dans le temps avec un faible risque de rupture secondaire du fait de la longueur du tendon en contact avec le tunnel et de l'angulation prise par le greffon lors de son entrée dans le tunnel. Le tendon peut être fixé en place par une vis d'interférence ce qui permet d'éviter une fixation transplantaire qui est plus traumatisante pour la plante du pied (92,102).

Le transplant peut également être fixé sur la base du cinquième métatarsien à l'aide d'une ancre avec plusieurs avantages potentiels dont celui d'être plus facile à repérer anatomiquement parlant, de réduire le problème de la tension du transfert et d'obtenir un effet valgisant plus important (91).
Fennel dans une étude comparative biomécanique retrouve une meilleure tenue avec des ancres (103). L'utilisation d'ancre est une technique effectivement plus rapide et moins traumatisante pour le pied avec une épargne osseuse évidente (60).
Delecourt (104) insiste sur la faible tenue des fixations osseuses chez des patients ostéoporotiques pour lesquels on préférera réaliser une suture sur un autre tendon dont la tenue sera plus solide.

Barnes réalise lui aussi un hémi-tibial antérieur auquel il associe un allongement intramusculaire du tibial postérieur avec 14 excellents résultats sur 20 (105).

Keenan associe un hémi-transfert tibial antérieur avec un transfert du long fléchisseur de l'hallux et du long fléchisseur des orteils sur le calcanéum. Le but est de renforcer le triceps sural, souvent affaibli dans les suites de l'allongement du tendon calcanéen (51,102).

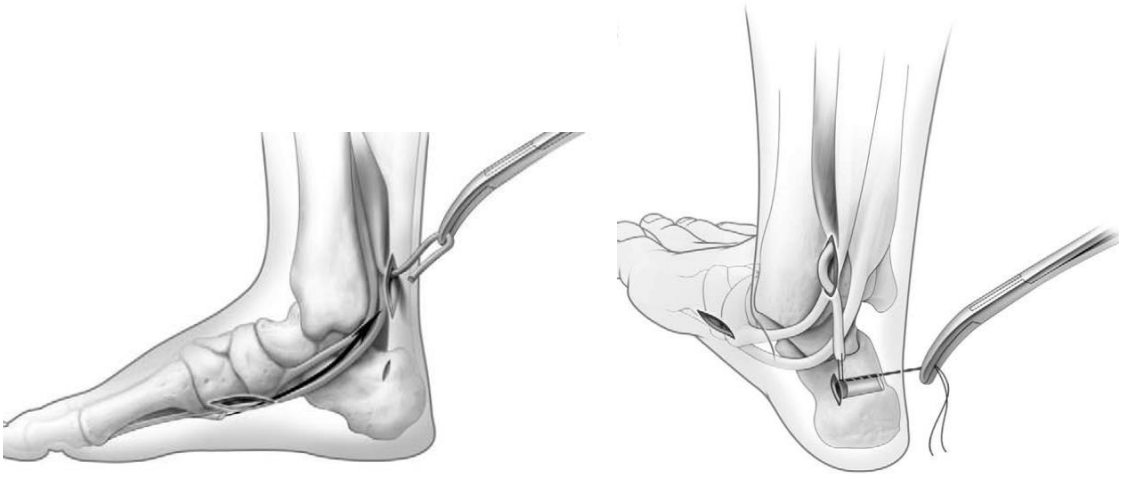


Figure 42: Transfert du long fléchisseur des orteils sur le calcanéum d'après Keenan (102)

Le transfert total de tibial antérieur est moins utilisé actuellement. Il est réinséré en bloc sur le troisième cunéiforme à l'aide d'une vis d'interférence ou d'une ancre, ou bien fixé en transplantaire sur un bourdonnet (16,19,104,106),. Cette fixation sur bourdonnet reste pour Ascencio (31) la technique la plus efficace dans le réglage de la tension du transfert.

Enfin, la technique de Bardot semble intéressante (61). Elle présente l'avantage d'une suture tendon à tendon réputée solide sans porter atteinte à l'intégrité du tibial antérieur. La suture située sur le coup de pied peut gêner le chaussage (3). Curvale retrouve une amélioration de la qualité de vie chez 83 % des patients de sa série et une amélioration de la marche dans 92,7 % des cas. Il existe une perte d'effet avec un équin dans 6 cas sur 41 et un varus dans 7 cas (90).

La littérature ne compare pas ces différents moyens de fixation et aux vues des résultats de notre série, notre choix de fixation semble tout à fait valide.

→ Quatre patients ont bénéficié de gestes sur le muscle tibial postérieur. Une ténotomie chez un patient et trois transferts avec passage du transplant à travers la membrane interosseuse permettant une fixation sur le cuboïde à l'aide d'une ancre. Nous n'avons pas retrouvé de pied plat valgus au dernier recul.

Le tibial postérieur peut être passé à travers la membrane interosseuse (107) puis fixé sur le cunéiforme latéral ou le cuboïde par un tunnel ou une ancre (108). Il peut être suturé au court fibulaire en contournant latéralement la fibula d'arrière en avant (109). Il est également possible de ne prélever qu'un hémi-tendon et de le fixer cette fois sur le court fibulaire (110). Cette technique reste discutable dans le sens où l'on utilise une moitié de tendon pour réanimer la flexion dorsale alors que l'autre moitié reste fléchisseur plantaire. Il existe alors pour une même commande nerveuse deux actions antagonistes. De plus, la longueur souvent insuffisante du transfert rend sa fixation sur le médio-pied difficile.

La technique de Watkins est associée à une double arthrodèse du pied dans les travaux de Bardot du fait du risque de survenue de pied plat valgus douloureux qui avaient été observés secondairement chez des enfants paralysés cérébraux (111).
Gasq (112) à propos d'une série de 21 patients, adultes cette fois-ci, ne retrouve pas cette complication. L'action des fibulaires à l'origine de cette déformation est souvent nulle du fait de l'atteinte neurologique concomitante de ces muscles.
Au final, l'effet de ce transfert est le plus souvent comparable à une ténodèse passive n'apportant qu'une amélioration partielle de la marche (104).
L'activité du tibial postérieur au cours de la phase oscillante du pas est rarement présente ce qui limite grandement son utilisation comme transfert (26,90).

→ Concernant l'allongement à ciel ouvert du tendon calcanéen. Comme nous l'avons vu, plusieurs équipes ont comparé l'allongement à ciel ouvert et l'allongement percutané retrouvant une meilleure cicatrisation, un geste technique plus simple et une diminution des adhérences pour la technique percutanée (19,49,52).

La suture doit être réalisée en légère tension pied à 90 degrés pour éviter toute hypercorrection (90) et affaiblissement du triceps sural (52).

Par ailleurs, une série de 71 patients avec rupture traumatique du tendon calcanéen recommande un abord non pas médial mais latéral, avec repérage du nerf sural, sans aucune nécrose au dernier recul, et un cas de paresthésies temporaires sur le territoire du nerf sural (113). Cet abord pourrait donc s'avérer intéressant en pratique courante sans que nous n'ayons pu l'utiliser puisqu'il ne nous permettrai pas de réaliser l'arthrorise.

Figure 43: Abord latéral du tendon calcanéen avec repère du nerf sural

Nous n'avons pas réalisé d'allongement de la lame aponévrotique des gastrocnémiens. En effet, nos patients présentaient tous une raideur postérieure de tout le triceps sural. Elle était présente à la fois en flexion et en extension de genou.
Comme Gasse l'indique (91), la raideur en extension seule requiert un allongement de la lame aponévrotique et pas un allongement au niveau du tendon calcanéen. Elle a l'avantage de conserver les capacités fonctionnelles du muscle. Dans ces cas de raideur isolée au niveau des gastrocnémiens, il peut exister une spasticité du soléaire qui devra alors être traitée par neurotomie sélective (3).

→ Le matériel d'ostéosynthèse utilisé diffère d'une intervention à l'autre (1 vis dans 9 cas sur 10, 2 vis dans 1 cas, ajout d'une rondelle dans 5 cas sur 10) ce qui est en rapport avec la courbe d'apprentissage et les réglages nécessaires à la mise en place d'une technique jusqu'alors non réalisée. Actuellement, notre choix se porte sur une vis avec rondelle, pour limiter le risque de rupture de cale d'une part, et parce que la taille de nos cales ne le permet pas.

→ L'immobilisation post-opératoire par plâtre est communément réalisée par les équipes de neuro-orthopédie réalisant des transferts, elle dure environ 6 semaines. Vogt immobilise la cheville à l'aide d'une botte pendant 45 jours. Gasse utilise lui aussi une immobilisation pour 45 jours dont 3 semaines avec une botte de marche.

VII.A.3 Effets indésirables

Nous avons constaté peu d'effets indésirables sur notre série.

→ Le cas d'hypercorrection en extension de l'hallux est décrit et connu comme un risque chez les patients dont les extenseurs ne sont pas déficitaires. On réalise habituellement soit une neurotomie du nerf fibulaire en cas de spasticité pure isolée, soit une désinsertion proximale du court fléchisseur et un allongement avec suture des longs fléchisseurs (23).

→ En ce qui concerne les douleurs du site de prélèvement, celles-ci sont connues et largement rapportées dans la littérature (114,115).
Notre série retrouve 3 cas sur 11 avec de telles douleurs ce qui est comparable à la littérature (42% pour Dusseldorp, 30% pour Banwart) et communément retrouvée autour de 30 % dans la majorité des études. Plusieurs techniques visant à réduire les douleurs sur le site de prélèvement existent dont notamment l'injection d'anesthésique avec de bons résultats (116,117) raison pour laquelle nous infiltrons le site de prélèvement à l'aide de Ropivacaïne.

→ Malgré un abord extensif para-achiléen, aucun trouble de cicatrisation n'a été retrouvé. Cet abord est réputé pour être à risque de désunion de cicatrice et autre nécrose dans 7 à 13,6 % des cas rapportés dans des séries de rupture aigue traumatique (53). Dans un contexte de chirurgie programmé, en dehors de toute phase pro-inflammatoire, ce risque diminue forcément rendant cet abord plus sur.

→ Concernant la présence d'orteils en griffe, aucune reprise pour ténotomie des fléchisseurs d'orteil n'a été nécessaire. L'allongement du tendon calcanéen a tendance à accentuer cette déformation par effet ténodèse mais la réalisation quasi systématique d'une ténotomie percutanée des fléchisseurs d'orteil et d'un allongement à la jonction myotendineuse du long fléchisseur de l'hallux a permis de réduire ce risque. Cette attitude est d'ailleurs préconisée par plusieurs auteurs (61,90,93,106).
Une patiente de notre série se dit toutefois gênée par ses orteils en griffe sans qu'une prise en charge chirurgicale n'ait été nécessaire pour l'instant. Les moins bons résultats observés chez certains patients sont souvent le fait d'orteils en griffe résiduels, d'où l'importance de leur prise en charge (60).

→ En revanche, on retrouve 5 cas de douleurs postérieures de la cheville, augmentées à la mobilisation et à la palpation. Des douleurs du pied préopératoires existaient chez 4 patients mais il s'agissait de douleurs liées au chaussage ou aux orthèses et à un appui au sol.
Elles sont probablement dues à l'encombrement de la cale d'arthrorise au niveau du triangle de Kager et accentuées par les contraintes liées à la spasticité.
La possibilité d'associer à notre prise en charge chirurgicale des neurotomies pourrait permettre de diminuer les contraintes à ce niveau et donc les douleurs.

VII.A.4 Analyse longitudinale de la cohorte

VII.A.4.1 Clinique

Comme nous l'avons vu, au dernier recul, la majorité des patients présente une augmentation du périmètre de marche (9 patients sur 11) avec la possibilité de marcher pieds nus et sur terrain accidenté ce qu'aucun d'entre eux ne pouvait faire en préopératoire. Parmi les deux patients ne pouvant pas marcher au dernier recul, l'un était gêné par une spasticité du membre controlatéral et l'autre du fait d'une fracture du col du fémur survenue après la prise en charge par arthrorise sans aucun lien avec cette intervention.

D'un point de vue subjectif, 6 patients se déclarent Satisfaits et 5 Très satisfaits avec une estimation moyenne d'amélioration de la marche de 50%.

De nombreuses études incluent des patients spastiques avec des raideurs extra-articulaires traitées par neurotomies et gestes sur les parties molles. Elles sont pour la plupart rétrospectives et utilisent des données subjectives et/ou des échelles d'évaluation non validées ce qui nous empêche toute comparaison scientifiquement fiable.

Elles retrouvent toutes une amélioration de la marche soit de manière subjective (31,90),soit par l'amélioration du FAC (ancienne version du score NFAC) d'au moins un niveau comme c'est le cas dans notre série, dans la série de Keenan à propos de 55 patients et celle de Vogt à propos de 82 patients (92,93,102).
La série de Gasq en cas de transfert de tibial postérieur retrouve 95% de patients Satisfaits ou Très satisfaits. Dans l'étude de Gasse, 90 % des patients étaient Satisfaits (59%) ou Très satisfaits (41%).

Il est à noter que les prises en charge associant neurotomie sélective tibiale, hémi-transfert du tibial antérieur, allongement du tendon calcanéen, et ténotomie des fléchisseurs chez 18 patients dans la série de Deltombe n'ont pas montré d'amélioration sur l'activité, la participation sociale et la qualité de vie, bien que cela ait permis une amélioration dans les domaines des structures et de la fonction (118).

Le score AOFASS arrière-pied est peu retrouvé dans l'analyse des prises en charge chirurgicales du pied varus équin spastique. Jarde utilise le score de Kitaoka qui est très proche dans une série d'arthrodèses tibio-calcanéennes (72). Néanmoins l'obtention d'un score AOFASS moyen à 65,36 en postopératoire avec une amélioration de 15 points doit être considéré comme un bon résultat. Le score AOFASS moyen postopératoire dans la série de Abane à propos de 30 cas d'hémi transfert de tibial antérieur est de 72 points.

Malgré tout, Vogt admet 17,8 % de récidive au dernier recul. Yamamoto retrouve 26 % de récidive (106), et Morita 15% (119). Les autres études concernant le transfert

d'hémi-tibial antérieur retrouve autour de 5 % de récidive (16,31,92). Ces transferts ne sont donc pas dénués d'échecs thérapeutiques.

L'abandon des aides à la marche est un autre critère majeur dans la littérature. Les neufs patients porteurs d'une orthèse en préopératoire en sont dispensés au dernier recul. Seul un patient nécessite le port de chaussures orthopédiques contre 5 en préopératoire. La plupart des études reflètent avec plus ou moins de précision ces résultats (31,56,90,92,93).
76% des patients n'ont plus d'aide technique au dernier recul dans la série de Hosalkar et 70% au dernier recul contre 40% en préopératoire dans la série de Deltombe.
58 % des patients de la série de Gasq en cas de transfert de tibial postérieur ont abandonné leur orthèse.
Seuls 18% des patients de notre série ont pu abandonner complètement leur canne. L'étude de Deltombe à propos de l'hémi-transfert de tibial antérieur avec allongement du tendon calcanéen constate la même chose avec 74 % de cannes en préopératoire contre 68% en post-opératoire.

La série de Keenan associant en plus un transfert du long fléchisseur de l'hallux et du long fléchisseur des orteils sur le calcanéum met en évidence une amélioration de la force du triceps sural avec une diminution significative des aides techniques par rapport au groupe contrôle ne comprenant que l'hémi-transfert et l'allongement du tendon calcanéen (70% des patients sans aide techniques contre 40 % lorsque les transferts sur le calcanéum sont associés). Nous pourrions discuter sa réalisation en plus des gestes techniques habituels dans notre pratique courante.

VII.A.4.2 Radiographique

La cale d'arthrorise et le matériel d'ostéosynthèse sont toujours en bonne position, le geste technique de fixation de la greffe à la partie postérieure du tibia distal étant techniquement simple.

Notre série rapporte 2 cas de rupture de cale, 3 cas de lyse de la cale et 1 cas de rupture de matériel, ainsi 6 patients sur 11 (54,5%) présentaient des anomalies radiographiques au dernier recul, ces anomalies peuvent être dus à un défaut de prélèvement dans la taille du greffon, mais aussi et surtout aux contraintes très importantes sur cette butée osseuse. Comme son nom l'indique il s'agit d'une butée avec les contraintes mécaniques qui en découlent. La cheville est une zone portante ce qui augmente encore le risque de rupture de greffe ou de matériel.

Pour exemple, un patient non inclus dans la série clinique présentait au dernier recul une lyse presque complète de la cale d'arthrorise. Il s'agissait d'une des premières arthrorises réalisées à Dijon, et correspondait donc à un défaut de prélèvement. Le résultat clinique en consultation au dernier recul était bon.

Figure 44: Radiographie de cheville de profil : lyse presque complète sur greffon de taille insuffisante

Toutefois, il est intéressant de remarquer qu'il n'y a pas de corrélation clinico-radiologique, malgré la présence d'anomalies radiographiques les patients présentent une bonne récupération fonctionnelle.

Nous sommes confrontés à une pathologie dans laquelle la spasticité peut être responsable de luxation de hanche chez l'enfant par spasticité sur les ischio-jambiers (120). Les contraintes liées à cette spasticité sont donc majeures.
Notre cale d'arthrorise est fixée à la partie postérieure du tibia sans avivement de sa corticale, ce point technique pourrait permettre une fusion du tibia avec la cale et augmenter alors la tenue dans le temps. Notre série n'a pas bénéficié de la réalisation d'un scanner afin de vérifier la fusion osseuse et les contrôles radiographiques ne nous permettent pas de l'explorer en détail.
Ombredanne utilisait lui aussi une technique d'arthrorise postérieure dont la cale venait de la partie supérieure du calcanéum. On pratiquait alors la double arthrodèse du couple de torsion et la réalisation d'une cale solide pédiculée sur le calcanéum qui était probablement plus résistante (76).

VII.B. Analyse de la marche

Pour notre patiente ayant bénéficié d'une analyse de la marche préopératoire et postopératoire, l'ensemble des paramètres spatio-temporels de la marche a été amélioré.

Plusieurs résultats de cette analyse de la marche sont intéressants :

- La représentation en Butterfly des forces de réaction au sol permet d'un coup d'œil de repérer la différence du pas pré et postopératoire. Il est le témoin du déroulé du pas au sol. Le pas est plus harmonieux et symétrique en postopératoire.
- La vitesse de la marche et la cadence du pas ont été améliorées ce qui est primordial.
- La vitesse de marche postopératoire de notre patiente est de 1 m/s ce qui est la vitesse de marche moyenne d'un adulte. La cadence du pas autour de 110 pas/min correspond également à la moyenne chez un adulte (8). Pinzur retrouve également cette modification des phases du cycle de marche (16).

- La phase d'appui est raccourcie en faveur de la phase oscillante ce qui représente une amélioration notable. En effet cela traduit la plus grande stabilité du pas en phase oscillante. Le temps de double appui diminue au profit du temps de simple appui, témoin d'une plus grande confiance du simple appui du coté atteint.
- En ce qui concerne les amplitudes articulaires, la flexion plantaire est diminuée probablement en rapport avec la présence de la cale d'arthrorise. De ce fait nous pourrions craindre une moins bonne propulsion du pied en fin de phase d'appui. Au contraire, la flexion dorsale de la cheville est augmentée dans les suites de l'allongement calcanéen et du transfert.

- Enfin, l'inversion du pied est diminuée dans le plan frontal ce qui peut être lié au transfert.

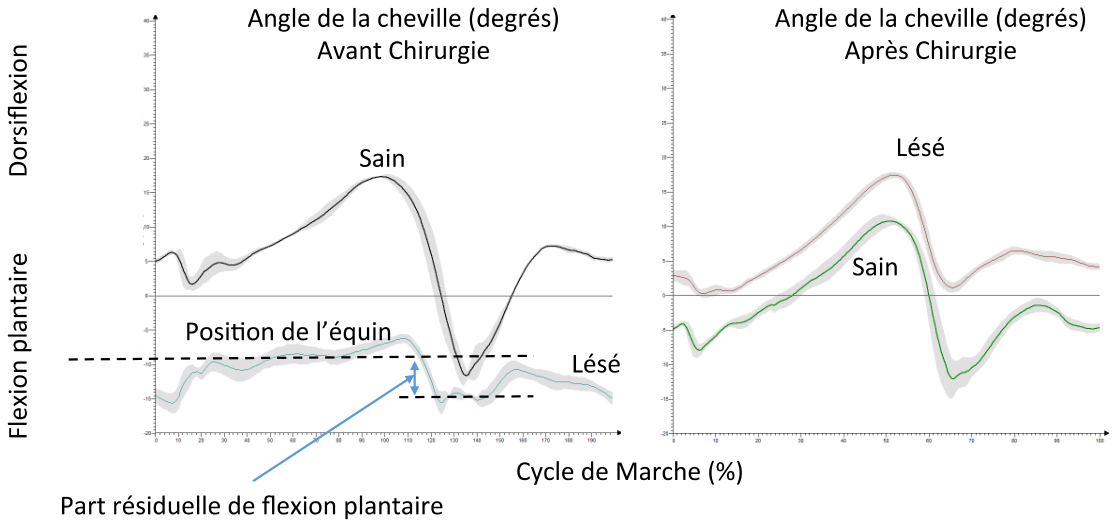


Figure 45: Courbes représentatives des amplitudes articulaires de la cheville droite (saine) et gauche (spastique) dans le plan sagittal en préopératoire et en postopératoire

Malheureusement, nous ne disposons pas de résultats en ce qui concerne le varus de l'arrière-pied. Sa mesure aurait nécessité l'utilisation d'une configuration différente en terme d'acquisition logicielle et du nombre de capteurs.

Plusieurs études récentes utilisent l'analyse quantifiée de la marche afin d'évaluer les différentes thérapeutiques chirurgicales et non chirurgicales du pied varus-équin spastique en l'absence d'échelle d'évaluation validée.

Ainsi, la marche avec orthèse d'une part et la marche après neurotomie tibiale sélective d'autre part ont été évaluées par Caillet (87). Dans le premier cas, la vitesse de marche était significativement augmentée (de 0,42 m/s à 0,59 m/s) et l'équin contrôlé pendant les différentes phases de la marche. Dans le second, la vitesse de marche était également augmentée (de 0,51 m/s à 0,54 m/s), ainsi que la flexion dorsale de cheville.

Deltombe recherche également les effets de la neurotomie tibiale sélective sur l'amélioration de la marche chez 30 patients avec une augmentation de la vitesse de la marche, de la cadence et de la longueur du pas (100).

La marche est également améliorée dans l'étude portant sur l'hémi-transfert de tibial antérieur avec allongement du tendon calcanéen de Deltombe sans que les résultats ne soient significatifs à 6 mois postopératoire en terme de vitesse de marche. Il est intéressant de noter que le varus a été significativement amélioré à la fois en phase d'appui et en phase oscillante sans que l'équin ne soit significativement amélioré (56).

Hesse et al (48), dans une étude menée en injectant de la toxine botulique au niveau de la loge postérieure retrouve une amélioration significative de la vitesse de marche, de la longueur du pas, de la symétrie de la durée des temps portants et de la trajectoire de la résultante de la force de réaction du sol sur la plante du pied permettant une attaque du pied à plat et non sur l'avant-pied.

L'analyse quantifiée de la marche apparaît donc comme un outil adapté afin d'obtenir des résultats fiables et reproductibles. Elle permet de relever les amplitudes articulaires,

les déformations à la marche (équin, varus, appui au sol) et les caractéristiques de la marche (vitesse de marche, cadence et longueur du pas par exemple).

Deltombe souligne toutefois que la fiabilité de ces enregistrements video chez les patients victimes d'accidents vasculaires cérébraux n'ont pas été publiés dans la littérature.

VII.C Limites de l'étude

Les limites de cette étude résultent du faible nombre de patients inclus.
Il s'agit d'une pathologie fréquente mais dont les indications de prise en charge chirurgicale sont rares et notre recrutement neuro-orthopédique reste limité au sein du CHU de Dijon.
Nous n'avons donc pas pu réaliser d'analyse statistique de nos résultats.
De plus, ce travail ne permet pas de comparer notre technique à d'autres techniques chirurgicales existantes du fait de l'absence d'échelle d'évaluation ou de score validés.
Enfin, il s'agit d'un travail rétrospectif ne permettant pas une analyse complète des patients en préopératoire.

En l'absence de données préopératoires fiables nous n'avons pas pu comparer les différences de spasticité pré et postopératoire sur l'échelle d'Ashworth et de force musculaire selon les recommandations du Medical Research Council comme le préconise Deltombe (56). Nous ne disposions pas non plus des amplitudes articulaires.
Enfin et comme nous l'avons vu, l'obtention de résultats fiables et reproductibles doit passer par la réalisation d'analyses quantifiées de la marche pré et postopératoires pour tous les patients.

La mise en place d'une étude prospective avec analyse quantifiée de la marche et évaluation clinique et radiographique exhaustive à la fois pré et post-opératoire permettra d'obtenir des résultats fiables pour l'évaluation de cette technique chirurgicale.

VII.D Arthrorise postérieure de cheville dans les paralysies périphériques

Ombredanne en 1937 et d'autres avant lui (76) associaient une double arthrodèse et une arthrorise postérieure dans les cas de pieds varus-équin flasques périphériques. La pratique des transferts n'était alors pas aussi développée qu'aujourd'hui.

Il convient d'attendre que la phase évolutive de l'atteinte neurologique soit terminée ce qui peut prendre plusieurs années comme c'est le cas dans les compressions du nerf sciatique où une récupération peut être espérée (121) avant toute intervention chirurgicale.

Grâce aux progrès des orthèses et de la rééducation, la plupart des patients présentant un pied tombant n'ont pas recours à une prise en charge chirurgicale.
Dans les cas où l'orthèse est mal supportée comme chez les patients jeunes, ou difficile à porter comme dans les pays chauds, une prise en charge chirurgicale peut s'avérer nécessaire (122).

Dans la grande majorité des cas il est possible de réanimer la flexion dorsale de la cheville par des gestes de transfert, il s'agit actuellement du gold standard dans la prise en charge primaire des ces pieds tombants, d'autant plus qu'il s'agit de transferts de muscles ne présentant pas de troubles de la commande comme c'est le cas chez les patients neurologiques centraux.

De nombreux transferts existent, à l'aide d'agonistes d'abord. L'extenseur des orteils peut être utilisé, mais il est très souvent atteint de manière concomitante.
L'utilisation d'antagonistes est de pratique plus courante.
Le tibial postérieur est fréquemment utilisé (107). Celui–ci est désinséré du naviculaire en distalité, passé à travers la membrane interosseuse puis fixé par un tunnel à cheval sur le deuxième et troisième cunéiforme.

Il est également possible de transposer à la fois le tibial postérieur et le long fléchisseur des orteils à travers la membrane interosseuse puis de les fixer proximalement, le premier sur le tibial antérieur, le deuxième sur le long extenseur de l'hallux et des orteils (123). Cette transposition permet de régler plus facilement la tension du transplant sans avoir recours à une fixation transosseuse en conservant une longueur de transplant suffisante tout en évitant un varus résiduel, parfois retrouvé dans les transferts isolés du tibial postérieur tout en réanimant l'extension d'orteils par le transfert du long fléchisseur (124). D'autres auteurs transferts le long fléchisseur de l'hallux en plus du long fléchisseur des orteils (125).

Enfin, d'autres équipes réalisent deux hémi-tibiaux postérieurs et les fixent alors sur plusieurs tendons avec le risque de diminuer la force et la résistance du tendon du tibial postérieur (126).

En cas de pied plat sous-jacent une décompensation en valgus peut survenir et nécessiter une arthrodèse du couple de torsion dans le même temps (122,127). Elsner associe le transfert du tibial postérieur et l'arthrodèse de Lambrinudi avec une amélioration significative du score AOFASS et SF-36 (128).

Les fléchisseurs des orteils, antagonistes eux aussi, peuvent également être transposés. Le long fibulaire peut être une alternative intéressante (129).

En l'absence de transferts viables, des gestes de ténodèse simples peuvent être effectués, ils ne diminuent pas complètement l'équin. Les muscles utilisés comme transfert peuvent ainsi être transposés lorsqu'ils sont insuffisamment actifs. Une autre solution consiste à transposer le soléaire à travers la membrane interosseuse.

Nous proposons également dans cette indication des gestes d'allongement et de transferts associés à une arthrorise de cheville avec comme hypothèse que la cale d'arthrorise viendra renforcer le transfert et empêcher une nouvelle chute de la cheville en équin. Son action sera d'autant plus importante dans les cas de ténodèses où il persiste souvent un équin résiduel plus important que dans les cas de transferts actifs.

L’arbre décisionnel ci-dessous reprend les cas de pied varus-équin sans atteinte articulaire. Il s’agit d’une prise en charge à la carte non exhaustive pouvant être proposée à l’issue du bilan clinique et paraclinique. L’arthrorise postérieure pourra être réalisée préférentiellement dans les cas où un abord postérieur de cheville est associé. On les retrouvera dans l’arbre décisionnel sous forme d’encadré rouge (Figure 14).

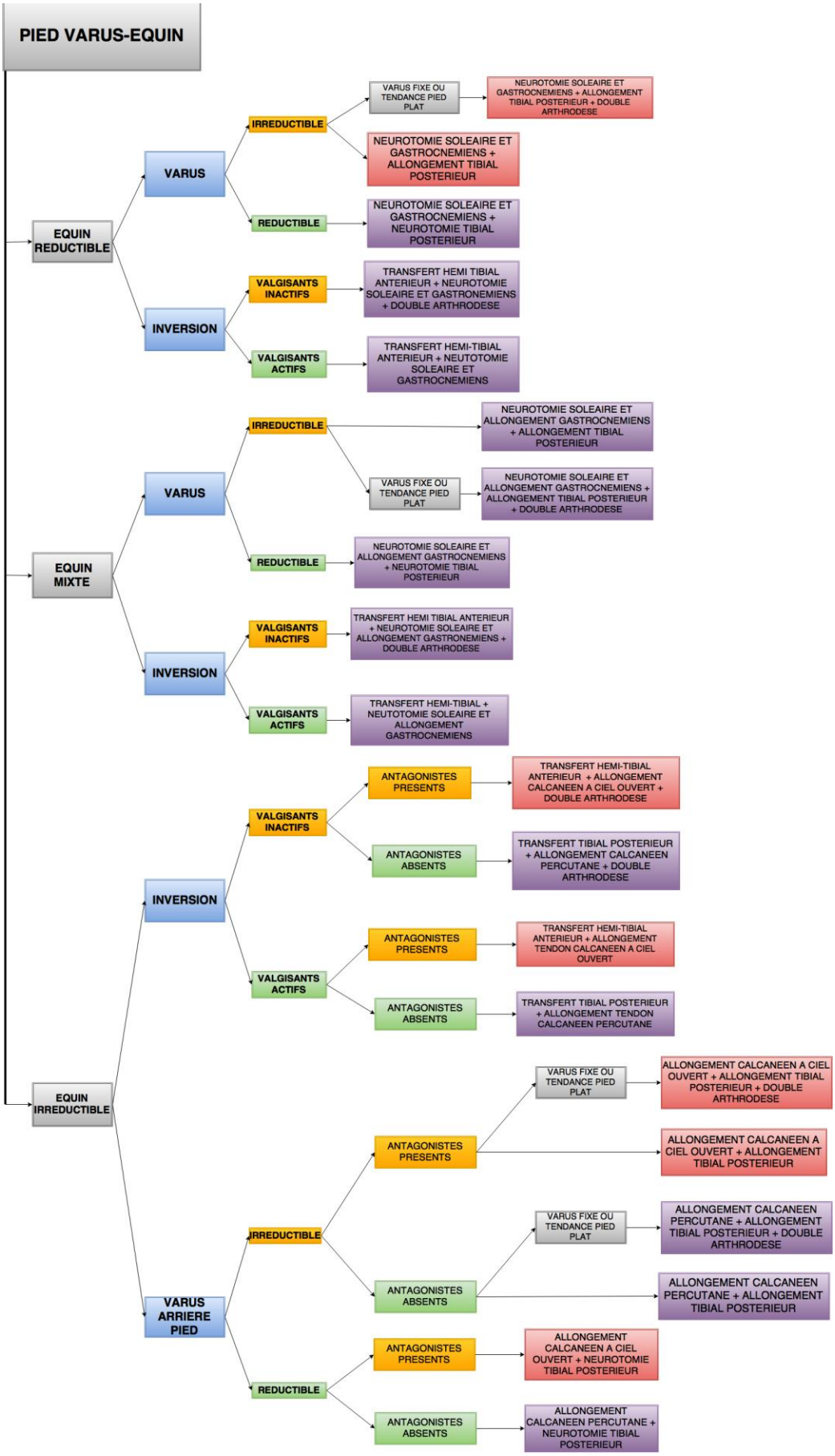


Figure 46 : Arbre décisionnel de la prise en charge du pied varus-équin

-VIII-

CONCLUSION

VIII. CONCLUSION :

Nous présentons pour la première fois dans ce travail une technique chirurgicale développée au CHU de Dijon et qui n'a jamais été publiée.
La neuro-orthopédie et ce sujet en particulier demeurent des secteurs méconnus de la chirurgie orthopédique alors même qu'elle concerne un nombre important de patients, dont le handicap peut s'avérer majeur et pour lesquels des solutions telles que celle que nous proposons ici permettent une réelle amélioration.

Cette technique permet la réalisation dans le même temps opératoire de gestes efficaces sur les parties molles dont les très bons résultats sont connus.
Le choix de ses gestes se fera toujours en s'appuyant sur un bilan préopératoire exhaustif. Cela permet de proposer au patient une « chirurgie à la carte », à l'instar de la chirurgie des instabilités patellaires, en proposant des gestes seuls ou associés entre eux. Nous pouvons rappeler que le prélèvement, qui n'est pas responsable de comorbidités dans notre série, se doit d'être de taille suffisante pour résister aux contraintes.

Toutefois, cette chirurgie ne stabilise pas suffisamment l'appui au sol et ne permet pas de lutter complètement contre le développement de la spasticité à long terme et de l'équin en phase oscillante. Il s'agit d'une technique conservatrice dont l'indication concerne idéalement les pieds varus-équin spastiques d'origine neurologique centrale avec une rétraction du complexe postérieur mais sans lésion articulaire associée, ni raideur, ni instabilité, ni arthrose.
Rapide, techniquement simple et peu couteuse, elle permet ainsi une récupération moins longue et moins douloureuse qu'avec une arthrodèse avec une stabilisation plus importante que des gestes sur les parties molles réalisés seuls.

Nous avons montré l'intérêt de l'analyse de la marche chez ces patients et sa réalisation systématique en préopératoire et en postopératoire devrait permettre de connaître précisément les troubles de la marche du patient en pré-opératoire pour mieux définir la

chirurgie à leur proposer mais aussi d'analyser les résultats de notre technique de manière précise.

Cette série de 11 patients est une première étape dans l'étude de cette technique.
Les résultats fonctionnels sont bons mais ils soulèvent plusieurs questions, notamment en ce qui concerne la résistance de la cale et sa fusion avec le tibia d'abord, mais aussi l'apparition de douleurs postérieures de cheville dont la présence chez un patient spastique pourrait entrainer une épine irritative grevant le résultat par une augmentation de la spasticité.

Il convient donc de suivre ces patients sur une durée plus longue, un recul important nous permettra de mieux appréhender les résultats et les complications à long terme.
Notre approche « au cas par cas » des gestes d'allongement et de transfert dont l'efficacité est prouvée nous pousse à poursuivre dans cette voie. La réalisation de neurotomies sélectives pourrait parfaitement être associée à notre pratique.

Dans cette même optique, il serait intéressant de mettre en place une étude prospective comparative comprenant deux groupes, l'un associant les gestes de transferts et d'allongements seuls et l'autre associant à ces gestes la mise en place d'une cale d'arthrorise nous permettant ainsi de mieux définir l'apport de notre technique à l'arsenal thérapeutique du pied varus équin spastique. Le faible recrutement en neuro-orthopédie au CHU de Dijon et la multiplicité des tableaux cliniques en neuro-orthopédie rendront néanmoins difficile la mise en place d'une telle étude.

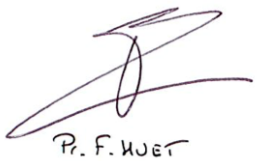
Le Président du jury,

Pr. E. BAULOT

Vu et permis d'imprimer

Dijon, le 18 MAI 2016

Le Doyen



Pr. F. HUET

-IX-

BIBLIOGRAPHIE

IX. BIBLIOGRAPHIE :

1. World Health Organization. The Global Burden of Disease: 2004 Update. World Health Organization; 2008. 156 p.

2. van Til JA, Renzenbrink GJ, Dolan JG, Ijzerman MJ. The use of the analytic hierarchy process to aid decision making in acquired equinovarus deformity. Arch Phys Med Rehabil. mars 2008;89(3):457‑62.

3. Denormandie P. In: Pathologie du pied et de la cheville. 2009. p. 813.

4. Teasell RW. Long-Term Sequelae of Stroke. Can Fam Physician. févr 1992;38:381‑8.

5. HAS. Traitements médicamenteux de la spasticité : Recommandations de bonnes pratiques. Prat Neurol - FMC. févr 2010;1(1):53‑71.

6. Gros C. Spasticity. Clinical Classification and Surgical Treatment. In: Krayenbühl H, Brihaye J, Loew F, Logue V, Mingrino S, Pertuiset B, et al., éditeurs. Advances and Technical Standards in Neurosurgery. 1979. p. 55‑97.

7. Privat C, Auriach A, Frerebeau P, Gros C. The spastic child. Neurochirurgie. 1977;23(5):333‑44.

8. Viel E, éditeur. La marche humaine, la course et le saut : biomécanique, explorations, normes et dysfonctionnements. Vol. 1. Paris, France: Masson; 2000. 267 p.

9. Azulay J-P, Cantiniaux S, Vacherot F, Vaugoyeau M, Assaiante C. Locomotion : physiologie, méthodes d'analyse et classification des principaux troubles. EMC - Neurol. janv 2009;6(2):1‑10.

10. Viel E, Pelissier J, Pellas F, Boulay C, Eledjam JJ. Les traitements locaux de la spasticité : blocs périphériques des membres pour alcoolisation ou phénolisation neurolytique. Neurochirurgie. 2003;49(2‑3):256–262.

11. Laude M. Anatomie de l'astragale et de son environnement ostéo-articulaire. Maitrise Orthop. 1998;(79).

12. Perry J, Waters RL, Perrin T. Electromyographic analysis of equinovarus following stroke. Clin Orthop. avr 1978;(131):47‑53.

13. Pélissier J, Pérennou D, Laassel E. Analyse instrumentale de la marche de l'hémiplégique adulte: revue de la littérature. Ann Réadapt Médecine Phys. 1997;40(5):297‑313.

14. Verdié C, Daviet JC, Borie MJ, Popielarz S, Munoz M, Salle JY, et al. Épidémiologie des pieds varus et/ou équin un an après un premier accident vasculaire cérébral hémisphérique : à propos d'une cohorte de 86 patients. Ann Réadapt Médecine Phys. mars 2004;47(2):81‑6.

15. Ellis C. Stroke in young adults. Disabil Health J. juill 2010;3(3):222‑4.

16. Pinzur MS, Sherman R, DiMonte-Levine P, Kett N, Trimble J. Adult-onset hemiplegia: changes in gait after muscle-balancing procedures to correct the equinus deformity. J Bone Joint Surg Am. oct 1986;68(8):1249‑57.

17. Waters R. Paralytic disorders. Curr Orthop. 1991;5(2):73–74.

18. Winters TF, Gage JR, Hicks R. Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. J Bone Joint Surg Am. mars 1987;69(3):437‑41.

19. Tracy HW. Operative treatment of the plantar-flexed inverted foot in adult hemiplegia. J Bone Jt Surg Am. 1 déc 1976;58(8):1142‑5.

20. Lance JW. What is spasticity? Lancet Lond Engl. 10 mars 1990;335(8689):606.

21. Yelnik A, Albert T, Bonan I, Laffont I. A clinical guide to assess the role of lower limb extensor overactivity in hemiplegic gait disorders. Stroke J Cereb Circ. mars 1999;30(3):580‑5.

22. Denormandie P, Genet F, Schnitzler A, Mailhan L. Prise en charge des rétractions musculaires. Lett Médecine Phys Réadapt. 2008;24(2):59‑64.

23. Denormandie P, Béranger J-S, Combourieu A. Évaluation et traitement du pied spastique chez l'adulte. EMC - Podol. 2013;9(3):1‑10.

24. Denormandie P, Kiefer C, Mailhan L, Even-Schneider A, Sorriaux G, Martin J-N, et al. Les traitements orthopédiques des conséquences de la spasticité au membre inférieur. Neurochirurgie. 10 mars 2008;49(2‑3):339‑52.

25. Viosca E, Martínez JL, Almagro PL, Gracia A, González C. Proposal and Validation of a New Functional Ambulation Classification Scale for Clinical Use. Arch Phys Med Rehabil. juin 2005;86(6):1234‑8.

26. Waters RL, Frazier J, Garland DE, Jordan C, Perry J. Electromyographic gait analysis before and after operative treatment for hemiplegic equinus and equinovarus deformity. J Bone Joint Surg Am. févr 1982;64(2):284‑8.

27. Viel EJ. Neurophysiological approach in the peripheral anesthetic blocks as a diagnosis and prognosis tool for spasticity. Clin Neurophysiol. 1 juill 2005;116(7):1491‑2.

28. Enhalbert M. Chemical nucleolysis with alcohol in the treatment of spasticity of the hemiplegic patient. Ann Réadapt Médecine Phys. 1993;36(5):309‑89.

29. Deltombe T, Gustin T. Comparaison de l'effet du bloc diagnostique aux anesthésiques et de la neurotomie tibiale en cas de pied varus équin spastique hémiplégique. Ann Phys Rehabil Med. oct 2012;55:e329.

30. Filipetti P, Decq P, Feve A, Kolanowski E, Deltombe T. Blocs moteurs périphériques et restauration fonctionnelle. À propos de 202 blocs. Ann Réadapt Médecine Phys. 1998;41(1):23‑30.

31. Asencio G. La chirurgie du pied équin chez l'adulte hémiplégique. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. 11 avr 2008;79(1):41‑8.

32. Horn TS, Yablon SA, Chow JW, Lee JE, Stokic DS. Effect of intrathecal baclofen bolus injection on lower extremity joint range of motion during gait in patients with acquired brain injury. Arch Phys Med Rehabil. janv 2010;91(1):30‑4.

33. Meythaler JM, Guin-Renfroe S, Law C, Grabb P, Hadley MN. Continuously infused intrathecal baclofen over 12 months for spastic hypertonia in adolescents and adults with cerebral palsy. Arch Phys Med Rehabil. févr 2001;82(2):155‑61.

34. Rémy-Néris O, Tiffreau V, Bouilland S, Bussel B. Intrathecal baclofen in subjects with spastic hemiplegia: assessment of the antispastic effect during gait. Arch Phys Med Rehabil. mai 2003;84(5):643‑50.

35. Sindou PM, Mertens P. Indications for surgery to treat adults with harmful spasticity. In: Neurosurgery for Spasticity. 1991. p. 211‑3.

36. Cochet H, Allamargot T, Bertin A, Jaillard P, Lapierre S, Lassalle T. Concept Bobath et rééducation en neurologie. 2000;10(3):1‑14.

37. De Morand A. Le patient hémiplégique. In: Pratique de la rééducation neurologique. 2011.

38. Debelleix X. La rééducation de l'hémiplégie vasculaire de l'adulte améliore-t-elle la marche? In: Annales de réadaptation et de médecine physique. 1997 . p. 121–130.

39. Granat MH, Maxwell DJ, Ferguson AC, Lees KR, Barbenel JC. Peroneal stimulator; evaluation for the correction of spastic drop foot in hemiplegia. Arch Phys Med Rehabil. janv 1996;77(1):19‑24.

40. De Labachelerie C, Azevedo Coste C, Pelissier J, Laffont I, Froger J. Une nouvelle approche pour corriger le pied équin de l'hémiplégique par électro-stimulation fonctionnelle. Ann Phys Rehabil Med. oct 2013;56:e382.

41. Pelissier J. Quel est l'apport des injections d'alcool ou de toxine botulinique, de l'appareillage et de la chirurgie dans la récupération de la marche de l'hémiplégique? Ann Réadapt Médecine Phys. 1997;40:265–278.

42. Brunnstrom S. Walking preparation for adult patients with hemiplegia. Phys Ther. janv 1965;45:17- 29.

43. Bleyenheuft C, Deltombe T, Detrembleur C. Influence of ankle-foot orthoses on kinematic segmental covariation among stroke patients. Ann Phys Rehabil Med. févr 2013;56(1):3- 13.

44. Bonhomme C. Intérêt du port précoce de l'orthèse courte de Chignon pour la rééducation de la marche de l'hémiplégie. 2008. 250 p.

45. Dandurand E, Gaurier E, Lauvin É, Soster D, Valat C. Les orthèses de marche chez l'hémiplégique. Kinésithérapie Rev. 2011;11(115):55–60.

46. Aymard C, Mazzocchio R, Marchand-Pauvert V. Effets centraux de la toxine botulique A : diminution de l'inhibition récurrente après injection de la loge postérieure de jambe chez l'hémiplégique. Ann Phys Rehabil Med. oct 2013;56:e394.

47. Yelnik A, Colle F, Bonan I, Bradai N. Efficacité à six mois de la toxine botulique A dans le traitement de l'hyperactivité musculaire du membre inférieur après accident vasculaire cérébral. In: Annales de réadaptation et de médecine physique. 16 nov 2014. p. 159–165.

48. Hesse S, Lücke D, Malezic M, Bertelt C, Friedrich H, Gregoric M, et al. Botulinum toxin treatment for lower limb extensor spasticity in chronic hemiparetic patients. J Neurol Neurosurg Psychiatry. nov 1994;57(11):1321- 4.

49. Mooney V, Goodman F. Surgical approaches to lower-extremity disability secondary to strokes. Clin Orthop. avr 1969;63:142- 52.

50. Pérennou D, Enjalbert M, Viel E, Pélissier J, Eledjam JJ. Neurolyse chimique a l'alcool du nerf tibial: y a-t-il des effets indesirables sur la somesthesie? Ann Readaptation Med Phys. 1996;6(39):416.

51. Kamath AF, Pandya NK, Namdari S, Hosalkar HS, Keenan MA. Surgical Technique for the Correction of Adult Spastic Equinovarus Foot: Tech Foot Ankle Surg. déc 2009;8(4):160- 7.

52. Piriou P, Tremoulet J, Loubresse CG de, Judet T. Ténotomie d'Achille percutanée dans les raideurs de cheville de l'adulte. Rev Chir Orthopédique Traumatol. 15 avr 2008;86(1):38.

53. Wegrzyn J, Besse J-L. Pathologies et chirurgies du tendon calcanéen. Rupture fraîche, ruptures chroniques et tendinopathies. EMC - Tech Chir - Orthopédie - Traumatol. janv 2009;4(3):1- 22.

54. Pappas AJ, Haffner KE, Mendicino SS. Cadaveric limb analysis of tendon length discrepancy of posterior tibial tendon transfer through the interosseous membrane. J Foot Ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg. août 2013;52(4):470- 4.

55. Close JR, Todd FN. The phasic activity of the muscles of the lower extremity and the effect of tendon transfer. J Bone Joint Surg Am. mars 1959;41- A(2):189- 208.

56. Deltombe T, Decloedt P, Jamart J, Costa D, Gustin T. Split Anterior Tibialis Tendon Transfer (Splatt) and Achilles Tendon Lengthening for The Correction of The Varus Foot after Stroke a Prospective Longitudinal Study. Int J Phys Med Rehabil. 2014;

57. Roper BA, Williams A, King JB. The surgical treatment of equinovarus deformity in adults with spasticity. J Bone Joint Surg Br. nov 1978;60- B(4):533- 5.

58. Mooney V, Perry J, Nickel VL. Surgical and non-surgical orthopaedic care of stroke. J Bone Joint Surg Am. juill 1967;49(5):989- 1000.

59. Waters RL, Perry J, Garland D. Surgical correction of gait abnormalities following stroke. Clin Orthop. avr 1978;(131):54- 63.

60. Hubert L, Menei P, Ferrapie A-L. La chirurgie tendon d'Achille dans les séquelles spastiques. Rev Chir Orthopédique Traumatol. juin 2013;99(4):S96- 9.

61. Bardot PA, Delarque A, Curvale G, Peragut JC. Orthopedic surgical corrections of spastic disorders. In: Neurosurgery for Spasticity. 1991. p. 201- 8.

62. Millot F. Prise en charge des griffes d'orteils du pied neurologique. Ann Phys Rehabil Med. oct 2013;56:e390.

63. Ryerson E. Arthrodesing operations on the feet. Clin Orthop. févr 1977;(122):4- 9.

64. Jeng CL, Tankson CJ, Myerson MS. The single medial approach to triple arthrodesis: a cadaver study. Foot Ankle Int. déc 2006;27(12):1122- 5.

65. Moore BE, Wingert NC, Irgit KS, Gaffney CJ, Cush GJ. Single-incision lateral approach for triple arthrodesis. Foot Ankle Int. sept 2014;35(9):896‑902.

66. Saragaglia D, Pernoud A, Tourné Y, Leroy JM, al Zahab MA. Tibiotarsal arthrodesis : value of external fixator associated with in situ cancellous bone graft. Initial results apropos of 18 cases. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. 1995;80(1):51‑7.

67. Maskill MP, Loveland JD, Mendicino RW, Saltrick K, Catanzariti AR. Triple arthrodesis for the adult-acquired flatfoot deformity. Clin Podiatr Med Surg. oct 2007;24(4):765‑778, x.

68. Simon AL, Denormandie P, Combourieu B, Penneçot GF, Loubresse CG de, Judet T. Intérêt de gestes de rééquilibration musculaire associés à une double arthrodèse dans le pied du patient neurologique : étude avec un recul de dix ans. Rev Chir Orthopédique Traumatol. nov 2012;98(7):S328.

69. Hall JE, Calvert PT. Lambrinudi triple arthrodesis: a review with particular reference to the technique of operation. J Pediatr Orthop. févr 1987;7(1):19‑24.

70. Lambrinudi C. A Method of correcting Equinus and Calcaneous Deformities at the Sub-Astragaloid Joint. Proc R Soc Med. avr 1933;26(6):788‑91.

71. Alter AH. Long term results following lambrinudi arthrodesis. J Pediatr Surg. févr 1978;13(1):110.

72. Jarde O, Dami M, Vernois J, Massy S, Abi Raad G. Pied varus équin de l'adulte traité par arthrodèse tibio calcanéenne. Revue de 18 cas. Acta Orthop Belg. 2002;68:3–2002.

73. Dennis MD, Tullos HS. Blair tibiotalar arthrodesis for injuries to the talus. J Bone Joint Surg Am. janv 1980;62(1):103‑7.

74. Tang SC, Leong JC, Hsu LC. Lambrinudi triple arthrodesis for correction of severe rigid drop-foot. J Bone Joint Surg Br. janv 1984;66(1):66‑70.

75. Thuilleux G. Devenir à long terme, chez l'adulte, des arthrodèses du couple de torsion. Mot Cérébrale Réadapt Neurol Dév. juin 2012;33(2):43‑53.

76. Ombredanne L. Traité de chirurgie orthopédique. Vol. 2. 1937.

77. Soren A, Waugh TR. The historical evolution of arthrodesis of the foot. Int Orthop. juin 1980;4(1):3‑11.

78. Hohmann G. Fuss und Bein: ihre Erkrankungen und deren Behandlung. Springer-Verlag; 1934. 512 p.

79. Bassett CA. Clinical implications of cell function in bone grafting. Clin Orthop. sept 1972;87:49‑59.

80. Colterjohn NR, Bednar DA. Procurement of bone graft from the iliac crest. An operative approach with decreased morbidity. J Bone Joint Surg Am. mai 1997;79(5):756‑9.

81. Kamina P. Anatomie clinique. Anatomie générale, membres. Vol. 1. 2009. 592 p.

82. De La Caffiniere JY, Bene B. Un artifice technique pour éviter les ennuis cutanés dans la réparation chirurgicale des ruptures du tendon d'Achille. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. 1984;70(4):343‑5.

83. Niki H, Aoki H, Inokuchi S, Ozeki S, Kinoshita M, Kura H, et al. Development and reliability of a standard rating system for outcome measurement of foot and ankle disorders II: interclinician and intraclinician reliability and validity of the newly established standard rating scales and Japanese Orthopaedic Association rating scale. J Orthop Sci Off J Jpn Orthop Assoc. sept 2005;10(5):466‑74.

84. Ware J, Kosinski M, Keller S. A 12-Item Short-Form Health Survey: Construction of Scales and premiminary tests of riability ans validity. Med Care. 1996;34(3):220‑33.

85. Okazaki H, Sonoda S, Suzuki T, Saitoh E, Okamoto S. Evaluation of use of the Medical Outcome Study 36-Item Short Form Health Survey and cognition in patients with stroke. J Stroke Cerebrovasc Dis Off J Natl Stroke Assoc. sept 2008;17(5):276‑80.

86. Daabiss M. American Society of Anaesthesiologists physical status classification. Indian J Anaesth. 2011;55(2):111‑5.

87. Caillet F, Mertens P, Rabaseda S, Boisson D. Intérêt de l'analyse tridimensionnelle de la marche, dans la prise en charge du pied spastique. In: Annales de réadaptation et de médecine physique. Elsevier; 2003. p. 119–131.

88. Deltombe T, Gustin T, De Cloedt P, Lenfant P, Fostier M, Ossemann M, et al. Arbre décisionnel de la prise en charge médicochirurgicale interdisciplinaire du pied varus équin spastique hémiplégique. Ann Phys Rehabil Med. oct 2013;56:e381.

89. Volkov T. Les variations squelettiques du pied. Bull Mém Société Anthropol Paris. 1904;5(1):720‑5.

90. Curvale G, Rochwerger A, De Belenet H, Groulier P. Traitement du pied varus équin spastique de l'adulte hémiplégique par amarrage rétrograde du tendon du court fibulaire sur le tibial antérieur : A propos d'une série de 41 cas. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. 1999;85(3):286- 92.

91. Gasse N, Luth T, Loisel F, Serre A, Obert L, Parratte B, et al. Fixation of split anterior tibialis tendon transfer by anchorage to the base of the 5th metatarsal bone. Orthop Traumatol Surg Res. nov 2012;98(7):829- 33.

92. Hosalkar H, Goebel J, Reddy S, Pandya NK, Keenan MA. Fixation Techniques for Split Anterior Tibialis Transfer in Spastic Equinovarus Feet. Clin Orthop. oct 2008;466(10):2500- 6.

93. Vogt JC, Bach G, Cantini B, Perrin S. Split anterior tibial tendon transfer for varus equinus spastic foot deformity: Initial clinical findings correlate with functional results : A series of 132 operated feet. Foot Ankle Surg. sept 2011;17(3):178- 81.

94. Bennett GL, Graham CE, Mauldin DM. Triple arthrodesis in adults. Foot Ankle. déc 1991;12(3):138- 43.

95. Biga N, Polle G. Conduite à tenir en présence d'un équin acquis de l'adulte. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. juin 2006;92(4, Supplement 1):109- 10.

96. Sindou M, Mertens P. Selective neurotomy of the tibial nerve for treatment of the spastic foot. Neurosurgery. déc 1988;23(6):738- 44.

97. Bollens B, Detrembleur C, Lejeune T, Gustin T, Stoquart G, Deltombe T. Efficacité de la neurotomie comme traitement du pied varus équin spastique chez l'adulte hémiplégique selon les 3 domaines de la CIF. Étude randomisée, contrôlée en simple aveugle. Ann Phys Rehabil Med. oct 2012;55:e330.

98. Decq P, Cuny E, Filipetti P, Feve A, Ravel Y. Les neurotomies peripheriques dans le traitement de la spasticité. Indications, technique et résultats aux membres inférieurs. Neurochirurgie. 1998;44(3):175.

99. Buffenoir K, Roujeau T, Lapierre F, Menei P, Menegalli-Boggelli D, Mertens P, et al. Spastic equinus foot: multicenter study of the long-term results of tibial neurotomy. Neurosurgery. nov 2004;55(5):1130- 7.

100. Deltombe T, Gustin T. Selective tibial neurotomy in the treatment of spastic equinovarus foot in hemiplegic patients: a 2-year longitudinal follow-up of 30 cases. Arch Phys Med Rehabil. juill 2010;91(7):1025- 30.

101. Palacio A, Milliez P-Y, Le Jean T, Demangeon S, Verfaille S, Le Guern H, et al. Direct neurectomy of the motor branches of the tibial nerve in hemiplegic adults: An assessment with a mean follow-up period of 11 years. Ann Phys Rehabil Med. août 2010;53(6–7):417‑33.

102. Keenan MA, Lee GA, Tuckman AS, Esquenazi A. Improving calf muscle strength in patients with spastic equinovarus deformity by transfer of the long toe flexors to the Os calcis. J Head Trauma Rehabil. avr 1999;14(2):163‑75.

103. Fennell CW, Ballard JM, Pflaster DS, Adkins RH. Comparative evaluation of bone suture anchor to bone tunnel fixation of tibialis anterior tendon in cadaveric cuboid bone: a biomechanical investigation. Foot Ankle Int. oct 1995;16(10):641‑5.

104. Delecourt C, Fontaine C. Réanimation de la flexion dorsale de la cheville dans le pied varus équin spastique. Ann Phys Rehabil Med. oct 2013;56:e389.

105. Barnes MJ, Herring JA. Combined split anterior tibial-tendon transfer and intramuscular lengthening of the posterior tibial tendon. Results in patients who have a varus deformity of the foot due to spastic cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. juin 1991;73(5):734‑8.

106. Yamamoto H, Okumura S, Morita S, Obata K, Furuya K. Surgical correction of foot deformities after stroke. Clin Orthop. sept 1992;(282):213‑8.

107. Watkins MB, Jones JB, Ryder CT, Brown TH. Transplantation of the posterior tibial tendon. J Bone Joint Surg Am. déc 1954;36‑A(6):1181‑9.

108. Gasq. Le transfert tendineux du tibial postérieur selon la technique de Watkins n'est pas associé à la survenue de pied plat valgus douloureux chez l'adulte spastique.

109. Miller GM, Hsu JD, Hoffer MM, Rentfro R. Posterior tibial tendon transfer: a review of the literature and analysis of 74 procedures. J Pediatr Orthop. oct 1982;2(4):363‑70.

110. Green NE, Griffin PP, Shiavi R. Split posterior tibial-tendon transfer in spastic cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. juill 1983;65(6):748‑54.

111. Schneider M, Balon K. Deformity of the foot following anterior transfer of the posterior tibial tendon and lengthening of the Achilles tendon for spastic equinovarus. Clin Orthop. juin 1977;(125):113‑8.

112. Gasq D, Molinier F, Reina N, Dupui P, Chiron P, Marque P. Posterior tibial tendon transfer in the spastic brain-damaged adult does not lead to valgus flatfoot. Foot Ankle Surg. sept 2013;19(3):182‑7.

113. Rumian AP, Molloy S, Solan M, Newman KJ, Elliott D. Surgical repair of the Achilles tendon : the lateral approach. The Foot. sept 2001;11(3):136‑ 9.

114. Banwart JC, Asher MA, Hassanein RS. Iliac crest bone graft harvest donor site morbidity. A statistical evaluation. Spine. 1 mai 1995;20(9):1055‑ 60.

115. Dusseldorp JR, Mobbs RJ. Iliac crest reconstruction to reduce donor-site morbidity: technical note. Eur Spine J. sept 2009;18(9):1386‑ 90.

116. Puri R, Moskovich R, Gusmorino P, Shott S. Bupivacaine for postoperative pain relief at the iliac crest bone graft harvest site. Am J Orthop Belle Mead NJ. juin 2000;29(6):443‑ 6.

117. Singh K, Phillips FM, Kuo E, Campbell M. A prospective, randomized, double-blind study of the efficacy of postoperative continuous local anesthetic infusion at the iliac crest bone graft site after posterior spinal arthrodesis: a minimum of 4-year follow-up. Spine. 1 déc 2007;32(25):2790‑ 6.

118. Deltombe T, Gustin T, Peret F, Collard R, Leeuwerck M, de Cloedt P. Efficacité de la chirurgie neuro-orthopédique du pied varus équin hémiplégique. Étude prospective, longitudinale selon le modèle de la CIF. Ann Phys Rehabil Med. mai 2014;57:e53.

119. Morita S, Muneta T, Yamamoto H, Shinomiya K. Tendon transfer for equinovarus deformed foot caused by cerebrovascular disease. Clin Orthop. mai 1998;(350):166‑ 73.

120. Presedo A, Oh C-W, Dabney KW, Miller F. Soft-Tissue Releases to Treat Spastic Hip Subluxation in Children with Cerebral Palsy. J Bone Jt Surg Am. 1 avr 2005;87(4):832‑ 41.

121. Judet T. Pied tombant neurologique périphérique. In: Pathologie du pied et de la cheville. 2009. p. 813.

122. Yeap JS, Birch R, Singh D. Long-term results of tibialis posterior tendon transfer for drop-foot. Int Orthop. 2001;25(2):114‑ 8.

123. Vigasio A, Marcoccio I, Patelli A, Mattiuzzo V, Prestini G. New Tendon Transfer for Correction of Drop-foot in Common Peroneal Nerve Palsy. Clin Orthop. juin 2008;466(6):1454‑ 66.

124. Grauwin M-Y, Wavreille G, Fontaine C. Double tendon transfer for correction of drop-foot. Orthop Traumatol Surg Res. févr 2015;101(1):115‑ 8.

125. Movahedi Yeganeh M. Triple Tendon Transfer for Correction of Foot Deformity in Common Peroneal Nerve Palsy. Foot Ankle Int. 9 févr 2016;

126. Srinivasan H, Mukherjee SM, Subramaniam RA. Two-tailed transfer of tibialis posterior for correction of drop-foot in leprosy. J Bone Joint Surg Br. août 1968;50(3):623‑8.

127. Goh JC, Lee PY, Lee EH, Bose K. Biomechanical study on tibialis posterior tendon transfers. Clin Orthop. oct 1995;(319):297‑302.

128. Elsner A. Lambrinudi arthrodesis with posterior tibialis transfer in adult drop-foot. Fuß Sprunggelenk. sept 2010;8(3):213‑4.

129. Jeng C, Myerson M. The uses of tendon transfers to correct paralytic deformity of the foot and ankle. Foot Ankle Clin. juin 2004;9(2):319‑37.

-X-
ANNEXES

X. ANNEXES

ANNEXE 1 : New Functional Ambulation Classification (NFAC)

Classe 0	Ne peut marcher ou a besoin de l'aide de plus d'une personne
Classe 1	Peut marcher avec l'aide permanente d'une personne
Classe 2	Peut marcher avec l'aide intermittente d'une personne
Classe 3	Peut marcher avec l'aide d'un soutien verbal sans contact physique
Classe 4	Peut marcher seul sur surface plane, mais le passage des escaliers est impossible
Classe 5	Peut marcher seul sur surface plane. Le passage des escaliers est possible avec aide physique d'une tierce personne (contact physique ou simple surveillance)
Classe 6	Peut marcher seul sur surface plane. Le passage des escaliers est possible en utilisant une rampe ou une canne, sans aide et/ou surveillance de la part d'une tierce personne
Classe 7	Peut marcher seul sur surface plane. Le passage des escaliers est possible seul mais anormalement (plus lent avec boiterie), sans aide et/ou surveillance de quelqu'un, ni d'appui externe.
Classe 8	Peut marcher seul sur surface plane et franchit seul les escaliers de façon normale sans se servir de la rampe ou d'une canne avec passage normal des marches

ANNEXE 2 : American Orthopaedic Foot and Ankle Society - Ankle and hind foot scale (AOFAS)

Douleur	Aucune	Occasionnelle	Quotidienne	Sévère, presque toujours présente
	40	30	20	0
Fonction	Pas de limitations	Limitations des activités de loisirs	Limitations des activités quotidiennes et de loisirs	Limitations sévères
	10	7	4	0
Distance de marche	Moins de 100m	Entre 100 et 300 m	Entre 400 et 600 m	Plus de 600 m
	5	4	2	0

Surfaces de marche	Aucune difficulté selon le terrain	Difficultés sur terrain accidenté	Sévères difficultés sur terrains accidentés
	5	3	0
Troubles de la démarche	Aucun	Visible	Marqué
	8	4	0
Mobilités de la cheville (Flexion/Extension)	Normale (> 75%)	Restriction modérée 25%-75%)	Restriction sévère (<25%)
	8	4	0
Mobilités de l'arrière-pied (Inversion/Eversion)	Normale (> 75%)	Restriction modérée (25%-75%)	Restriction sévère (< 25 %)
	6	3	0

Stabilité de l'arrière-pied	Stable	Instable
	8	0

Alignement	Bon, plantigrade	Déviation légère, asymptomatique	Déviation sévère, symptomatique, non plantigrade
	15	8	0

Score TOTAL sur 100 points =

ANNEXE 3 : Medical Outcome Study Short Form-12 (SF-12)

	Excellente	Très bonne	Bonne	Médiocre	Mauvaise
Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est					

En raison de votre état de santé actuel, êtes-vous limité pour :	Oui, beaucoup	Oui, un peu	Non, pas du tout
Des efforts physiques modérés (aspirateur, pétanque) ?			
Monter plusieurs étages par l'escalier ?			

Au cours du dernier mois, et en raison de votre état physique :	Toujours	La plupart du temps	Souvent	Parfois	Jamais
Avez-vous accompli moins de choses que vous ne l'auriez souhaité ?					
Avez-vous été limité pour faire certaines choses ?					

Au cours du dernier mois, et en raison de votre état émotionnel :	Toujours	La plupart du temps	Souvent	Parfois	Jamais
Avez-vous accompli moins de choses que vous ne l'auriez souhaité ?					
Avez-vous eu des difficultés à faire ce que vous aviez à faire avec autant de soin ?					

	Pas du tout	Un peu	Moyennement	Beaucoup	Enormément
Au cours du dernier mois, dans quelle mesure vos douleurs physiques vous ont-elles limité dans votre travail ou vos activités domestiques ?					

	Toujours	La plupart du temps	Souvent	Parfois	Jamais
Y a-t-il eu des moments où vous vous êtes senti calme et détendu ?					
Y a-t-il eu des moments où vous vous êtes senti débordant d'énergie ?					
Y a-t-il eu des moments où vous vous êtes senti triste et abattu ?					

	Toujours	La plupart du temps	Souvent	Parfois	Jamais
Au cours du dernier mois, y a-t-il eu des moments où votre état physique ou émotionnel vous a gêné dans votre vie sociale et vos relations avec les autres ?					

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à la disposition de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur.

Ceci implique une obligation de citation et de référencement dans la rédaction de vos travaux.

D'autre part, toutes contrefaçons, plagiats, reproductions illicites encourt une poursuite pénale.

TITRE DE LA THESE :

ARTHRORISE POSTERIEURE DE CHEVILLE PAR GREFFON ILIAQUE CORTICO-SPONGIEUX POSTERIEUR DANS LE PIED VARUS EQUIN SPASTIQUE NEUROLOGIQUE

ETUDE RETROSPECTIVE A PROPOS DE 11 PATIENTS AVEC RECUL MOYEN DE 33,6 MOIS

AUTEUR : LE VIGUELLOUX AUGUSTIN

RESUME :

Introduction : Le pied varus-équin spastique est une pathologie fréquente en neuro-orthopédie avec des conséquences fonctionnelles majeures. Sa prise en charge chirurgicale s'avère complexe et s'inscrit dans une chirurgie à la carte.

Matériel et Méthodes : Nous décrivons ici une technique d'arthrorise postérieure de cheville par greffon iliaque cortico-spongieux postérieur permettant de stabiliser l'articulation tibio-talienne et de lutter contre l'équin spastique dans les cas de pied varus-équin sans atteinte articulaire.

Résultats : Sur les 11 cas où nous l'avons appliqué, nous avons obtenu selon le score NFAC un gain fonctionnel de 1,82 et un gain selon le score AOFASS moyen de 25 points. 9 patients ont pu reprendre la marche et tous ont bénéficié d'une diminution des aides techniques.

Conclusion : Cette technique peut être combinée aux gestes déjà réalisés sur les parties molles en pratique courante et ainsi augmenter l'éventail thérapeutique et l'efficacité de la prise en charge de ses patients.

MOTS-CLES : ARTHRORISE, PIED VARUS-EQUIN, SPASTICITE