



كلية الطب  
والصيدلة - مراكش  
FACULTÉ DE MÉDECINE  
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2019

Thèse N°127

**Prise en charge chirurgicale du pied d'un enfant portant une  
paralysie cérébrale : Expérience du service d'orthopédie  
traumatologie pédiatrique au CHU Mohammed VI de Marrakech**

---

**THESE**

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 28/05/2019

PAR

**Mr. DRISS EL IDRISI**

Né le 16/07/1993 à Marrakech

**POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE**

---

**MOTS-CLES :**

Enfant-pied-paralysie cérébrale-chirurgie

---

**JURY**

<b>Mr R.EL FEZZAZI</b> Professeur de Chirurgie pédiatrique	<b>PRESIDENT</b>
<b>Mr. T.SALAMA</b> Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	<b>RAPPORTEUR</b>
<b>Mr. E.AGHOUTANE</b> Professeur de Chirurgie pédiatrique	} <b>JUGES</b>
<b>Mr. M.BOUROUSS</b> Professeur de Pédiatrie	
<b>Mr. N.RADA</b> Professeur de Pédiatrie	



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رب أوزعني أن أشكر نعمتك  
التي أنعمت عليّ وعلى والديّ  
وأن أعمل صالحاً ترضاه  
وأصلح لي في ذريّتي  
إنّي تبت إليك وإني من المسلمين"  
صدق الله العظيم





# *Serment d'hippocrate*

*Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.*

*Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*

*Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*

*Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*

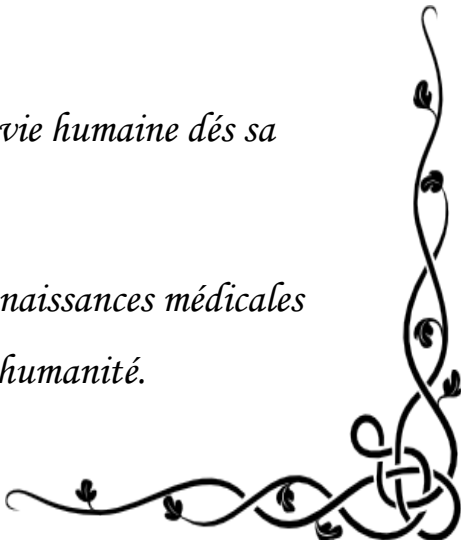
*Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*

*Les médecins seront mes frères.*

*Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*

*Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.*

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*





# *Liste des Professeurs*



**UNIVERSITE CADI AYYAD**  
**FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE**  
**MARRAKECH**

Doyens Honoraires

: Pr. BadieAzzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

**ADMINISTRATION**

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr.Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**Professeurs de l'enseignement supérieur**

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie	FINECH Benasser	Chirurgie - générale
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- réanimation	FOURAJI Karima	Chirurgie pédiatrique
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chirmaxillo faciale	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie- obstétrique	GHOUNDALE Omar	Urologie
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
ADERDOUR Lahcen	Oto- rhino- laryngologie	HOCAR Ouafa	Dermatologie
ADMOU Brahim	Immunologie	JALAL Hicham	Radiologie
AGHOUTANE EIMouhtadi	Chirurgie pédiatrique	KAMILI EIOuafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KISSANI Najib	Neurologie
AKHDARI Nadia	Dermatologie	KOULALI IDRISSEI Khalid	Traumato- orthopédie
ALAOUI Mustapha	Chirurgie- vasculaire	KRATI Khadija	Gastro- entérologie

	périphérique		
AMAL Said	Dermatologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
AMMAR Haddou	Oto-rhino-laryngologie	LAKMICHI Mohamed Amine	Urologie
AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie -Virologie	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie - générale
ASMOUKI Hamid	Gynécologie- obstétrique	MADHAR Si Mohamed	Traumato- orthopédie
ASRI Fatima	Psychiatrie	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chirumaxillo faciale
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BENELKHAIAT BENOMARRidouan	Chirurgie - générale	MOUFID Kamal	Urologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUAITY Brahim	Oto-rhino- laryngologie	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
BOUGHALEM Mohamed	Anesthésie - réanimation	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie - chimie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio- Vasculaire	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
BOURROUS Monir	Pédiatrie	NOURI Hassan	Oto rhino laryngologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHAKOUR Mohamed	Hématologie Biologique	QACIF Hassan	Médecine interne
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	QAMOUSS Youssef	Anésthésie- réanimation
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAFIK Redda	Neurologie

DAHAMI Zakaria	Urologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	SAIDI Halim	Traumato- orthopédie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SARF Ismail	Urologie
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	SORAA Nabila	Microbiologie - Virologie
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique
EL HAOURY Hanane	Traumato- orthopédie	TASSI Noura	Maladies infectieuses
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZOUHAIR Said	Microbiologie
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	ZYANI Mohammed	Médecine interne
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne		

### Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	GHAZI Mirieme	Rhumatologie
ADALI Imane	Psychiatrie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique
AISSAOUI Younes	Anesthésie réanimation	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie - Embryologie - Cytogénétique
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses

ALJ Soumaya	Radiologie	KADDOURI Said	Médecine interne
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LOUHAB Nistrine	Neurologie
BASRAOUI Dounia	Radiologie	MAOULAININE FadlMrabihrabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BASSIR Ahlam	Gynécologie-obstétrique	MARGAD Omar	Traumatologie -orthopédie
BELBACHIR Anass	Anatomie-pathologique	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MEJDANE Abdelhadi	Chirurgie Générale
BELKHOU Ahlam	Rhumatologie	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie - réanimation
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo- phtisiologie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BENLAI Abdeslam	Psychiatrie	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie-obstétrique	OUBAHA Sofia	Physiologie
BOURRAHOUE Aicha	Pédiatrie	RADA Noureddine	Pédiatrie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
CHRAA Mohamed	Physiologie	RBAIBI Aziz	Cardiologie
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	SAJIAI Hafsa	Pneumo- phtisiologie
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL HAOUATI Rachid	Chirurgie Cardio-vasculaire	SEDDIKI Rachid	Anesthésie - Réanimation
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique

EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie – virologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	ZARROUKI Youssef	Anesthésie – Réanimation
FADILI Wafaa	Néphrologie	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
FAKHIR Bouchra	Gynécologie–obstétrique	ZIADI Amra	Anesthésie – réanimation
FAKHRI Anass	Histologie– embryologie cytogénétique	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie Thoracique

### Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	ELOUARDI Youssef	Anesthésie réanimation
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	ELQATNI Mohamed	Médecine interne
AIT ERRAMI Adil	Gastro–entérologie	ESSADI Ismail	Oncologie Médicale
AKKA Rachid	Gastro – entérologie	FDIL Naima	Chimie de Coordination Bioorganique
ALAOUI Hassan	Anesthésie – Réanimation	FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique
AMINE Abdellah	Cardiologie	GHOZLANI Imad	Rhumatologie
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	HAJJI Fouad	Urologie
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	HAMMI Salah Eddine	Médecine interne
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	Hammoune Nabil	Radiologie
AZIZ Zakaria	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	JALLAL Hamid	Cardiologie
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	JANAH Hicham	Pneumo– phtisiologie
BABA Hicham	Chirurgie générale	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie

BELARBI Marouane	Néphrologie	LAHLIMI FatimaEzzahra	Hématologie clinique
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	LALYA Issam	Radiothérapie
BELGHMAIDI Sarah	OPhtalmologie	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELHADJ Ayoub	Anesthésie – Réanimation	MAHFOUD Tarik	Oncologie médicale
BELLASRI Salah	Radiologie	MILOUDI Mohcine	Microbiologie – Virologie
BENANTAR Lamia	Neurochirurgie	MOUNACH Aziza	Rhumatologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	NAOUI Hafida	Parasitologie Mycologie
BOUCHENTOUF Sidi Mohammed	Chirurgie générale	NASSIH Houda	Pédiatrie
BOUKHRIS Jalal	Traumatologie – orthopédie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
BOUTAKIOUTE Badr	Radiologie	NYA Fouad	Chirurgie Cardio – Vasculaire
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	OUERIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	OUMERZOUK Jawad	Neurologie
CHETTATI Mariam	Néphrologie	RAISSI Abderrahim	Hématologie clinique
DAMI Abdallah	Médecine Légale	REBAHI Houssam	Anesthésie – Réanimation
DOUIREK Fouzia	Anesthésie–réanimation	RHARRASSI Isam	Anatomie–patologique
EL- AKHIRI Mohammed	Oto- rhino- laryngologie	SAOUAB Rachida	Radiologie
EL AMIRI My Ahmed	Chimie de Coordination bio-organique	SAYAGH Sanae	Hématologie
EL FAKIRI Karima	Pédiatrie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
EL HAKKOUNI Awatif	Parasitologie mycologie	TAMZAOURTE Mouna	Gastro – entérologie
EL HAMZAOUI Hamza	Anesthésie réanimation	WARDA Karima	Microbiologie
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	ZBITOU Mohamed Anas	Cardiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	ELOUARDI Youssef	Anesthésie réanimation

**LISTE ARRÊTÉE LE 22/04/2019**



# *Dédicaces*



*« Soyons reconnaissants aux personnes qui nous donnent du bonheur ; elles sont les charmants jardiniers par qui nos âmes sont fleuries »*

*Marcel Proust.*



*Je me dois d'avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenue durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif. C'est avec amour, respect et gratitude que*

*Je dédie cette thèse ...* 

الله أكبر

*Louange à Dieu tout puissant,  
qui m'a permis de voir ce jour tant attendu.*

### ***A mon très cher père Haj Hassan el Idrissi***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices consentis pour mon instruction et mon bien être. Tu as été pour moi durant toute ma vie le père exemplaire, l'ami et le conseiller. Tes prières ont été pour moi d'un grand soutien au cours de ce long parcours. J'espère réaliser ce jour un de tes rêves et être digne de ton nom, ton éducation, ta confiance et des hautes valeurs que tu m'as inculqué. Que Dieu, tout puissant, te garde, te procure santé, bonheur et longue vie pour que tu demeures le flambeau illuminant mon chemin.*

### ***A ma très adorable mère Haja Naziha Atlassi***

*Envers une mère exceptionnelle dont j'ai la fierté d'être le fils. Tu as toujours été mon exemple car tout au long de votre vie, je n'ai vu que droiture, humanisme, sérieux et bonté. Tu m'as toujours donné de ton temps, de ton énergie, de la liberté, de ton cœur et de ton amour. En ce jour j'espère réaliser chère mère et douce créature un de tes rêves, sachant que tout ce que je pourrais faire ou dire ne pourrait égaler ce que tu m'as donné et fait pour moi. Puisse Dieu, tout puissant, te préserver du mal, te combler de santé, de bonheur et te procurer longue vie afin que je puisse te combler à mon tour...*

### ***A mon grand-père Haj Abdelkrim Atlassi***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer tout ce que je ressens pour vous. Je vous remercie pour tout le soutien exemplaire et l'amour exceptionnel que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours. Avec toute mon affection que Dieu vous protège.*

**{ وقل رب ارحمهما كما ربياني صغيرا }**

*A mon cher frère Hamza,  
A mes sœurs : Salma, Soukaina et Nouhaila*

*A tous les moments d'enfance passés avec vous. Les mots ne suffiront guère pour exprimer l'attachement que je vous porte. L'affection et l'amour fraternel que vous me portez m'ont soutenu durant mon parcours. Qu'il me soit permis aujourd'hui de vous assurer ma profonde et grande reconnaissance. Puisse nos fraternels liens se pérenniser et consolider encore. J'implore Dieu de vous préserver et vous procurer le bonheur et la réussite, et vous aide à réaliser vos rêves.*

*Je suis fière de Vous*

*A ma fiancée Oumayma El Idrissi Tourane*

*Merci pour ton encouragement et ton soutien dans les moments pénibles, de solitude et de souffrance. Merci d'être toujours à mes côtés, par ta présence, par ton amour dévoué et ta tendresse, pour donner un goût et du sens à notre vie. En témoignage de mon amour, de mon admiration et de ma grande affection, je te prie de trouver dans ce travail l'expression de mon estime et mon sincère attachement. Je prie dieu le tout puissant pour qu'il te donne bonheur et prospérité.*

*A toute ma famille et ma future belle famille*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de mon attachement et de mon amour. Merci de m'avoir toujours encouragée.*

*A mes chers amis :*

*Badr Eddine Bennedamen, Anas Belouali, Redouane El Kassimi, Amine Arrama, Ismail Zaidi, Khalil Boussaq,*

*Nos chemins se sont séparés certes, mais l'amitié demeurera présente à jamais.  
Que ce travail soit le témoignage des bons moments que nous avons passé  
Ensemble.*

*A mes collègues d'université et de stages cliniques :*

*Sara El Malhi, Fatimezehra El Khettab, Abderahim El Hakjoui, Younes Ecchafi,  
Khaoula El Alaoui, Bouchra El Berhichi,...*

*Je vous remercie pour tous ces moments que nous avons partagés ensemble. Ce fut très agréable et irremplaçable d'apprendre à être médecin à vos côtés. Je dédie cette thèse à vous.*

*A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.*

*A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à  
l'élaboration de ce travail.*

*A tous ceux qui ont pour mission cette pénible tâche de  
soulager l'être humain et d'essayer de lui procurer le bien-être  
physique, psychique et social.*

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.*



# *Remerciements*



*A*

**NOTRE MAITRE ET Président DE Thèse**

**Monsieur le professeur EL FEZZAZI REDOUANE**

*Vice Doyen de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech et chef de service de Traumatologie - Orthopédie Pédiatrique du CHU Mohammed VI de Marrakech.*

*Je suis très touchée par l'honneur que vous me faites en acceptant de présider notre jury de thèse.*

*Je vous remercie pour le temps que vous y avez consacré malgré tous vos engagements.*

*J'ai toujours admiré vos qualités humaines et professionnelles, ainsi que votre compétence et votre disponibilité à chaque fois que vous étiez sollicité.*

*De votre enseignement brillant et précieux, je garde les meilleurs souvenirs. Veuillez accepter, cher Maître, l'expression de mon estime et de mon profond respect.*

*A*

**NOTRE MAITRE ET Rapporteur DE Thèse**

**Monsieur le professeur SALAMA TARIK**

*Professeur agrégé de chirurgie pédiatrique à la faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech.*

*C'est avec un grand plaisir que je me suis adressée à vous dans le but de bénéficier de votre encadrement et j'étais très touchée par l'honneur que vous m'avez fait en acceptant de me confier ce travail.*

*Vous m'avez toujours réservé le meilleur accueil malgré vos obligations professionnelles.*

*Je vous remercie infiniment, cher Maître, pour avoir consacré à ce travail une partie de votre temps précieux et de m'avoir guidé avec rigueur et bienveillance.*

*Je suis très fière d'avoir appris auprès de vous et j'espère avoir été à la hauteur de votre attente.*

*Veuillez accepter, cher maître, dans ce travail l'assurance de mon estime et de mon profond respect.*

A  
**NOTRE MAITRE ET JUGE DE THESE**  
**MONSIEUR LE PROFESSEUR EL.MOHTADI AGHOUTANE**  
*Professeur de chirurgie pédiatrique à la faculté de médecine et de pharmacie de  
Marrakech.*

*Votre présence au sein de notre jury représente pour nous un grand honneur.  
Par votre modestie, vous nous avez fait preuve de la parfaite alliance entre  
compétence professionnelle et éthique du travail.  
Vous nous avez transmis, au cours de notre passage au sein de votre honorable  
service, l'amour de la spécialité pédiatrique.  
Nous avons appris à considérer la vulnérabilité de la croissance d'un enfant et  
l'importance de la qualité de son développement.  
Avec vous, j'ai eu l'occasion de participer à plusieurs expériences qui m'ont permis  
d'élargir mes visions professionnelles et personnelles.  
Veuillez, Professeur, croire à ma grande estime et reconnaissance.*

A  
**NOTRE MAITRE ET JUGE DE THESE**  
**MONSIEUR LE PROFESSEUR BOURROUS MONIR**  
*Professeur de pédiatrie et chef de service des urgences pédiatrique du  
CHU Mohammed VI de Marrakech.*

*Nous vous en sommes infiniment reconnaissant d'avoir accepté de siéger parmi notre  
jury.  
Permettez-moi, Professeur, de vous exprimer mon plus haut respect pour vos qualités  
professionnelles et votre éthique.  
Votre rigueur scientifique et votre bienveillance m'ont particulièrement marqué.  
Permettez-moi de vous exprimer cher maître, à l'assurance de notre respect et notre  
considération.  
Veuillez trouver dans ce modeste travail, l'expression de ma grande estime et  
j'espère, cher Maître, que cela rejoindra vos attentes.*

A

NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR RADA NOUREDDINE

*Professeur de pédiatrie à la faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech.*

*C'est pour moi un immense honneur et une grande joie de vous voir siéger parmi le jury de notre thèse.*

*Je ne saurais exprimer avec des mots l'admiration que je voue à toutes vos qualités humaines et professionnelles,*

*Le passage dans votre service, dont je garde les plus beaux souvenirs, était pour moi une source d'apprentissage inépuisable.*

*Veillez trouver ici, cher maître, l'expression de ma très grande estime, et mon profond respect.*

A

TOUTE L'ÉQUIPE DU SERVICE D'ORTHOPÉDIE

TRAUMATOLOGIE PÉDIATRIQUE DE MARRAKECH

*Je vous exprime mes plus sincères remerciements, pour le grand travail que vous faites, et je suis reconnaissant pour votre aide durant toute la période du travail.*

*A tous les enseignants de la Faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech,*

*A tout le personnel de la faculté de médecine et de pharmacie de Marrakech,*

*Une thèse est le fruit de plusieurs années d'études et je ne saurais oublier dans mes dédicaces l'ensemble de mes professeurs et maîtres qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail.*

*A tous ceux qui ont aidé de loin ou de près à l'élaboration de ce travail.*



## *Liste des abréviations*



## Liste des abréviations :

<b>%</b>	:	Pour cent
<b>AFO</b>	:	Ankle–Foot Orthosis
<b>AMM</b>	:	Autorisation de Mise sur le Marché
<b>AP</b>	:	Antéro postérieur
<b>AQM</b>	:	Analyse Quantifiée de la Marche
<b>ATA</b>	:	Allongement du Tendon d’Achille
<b>BCP</b>	:	Bloc Calcanéo–Pédieux
<b>CP</b>	:	Cerebral Palsy
<b>GMFCS</b>	:	Gross Motor Function Classification System
<b>GRAFO</b>	:	Ground Reaction Ankle Foot Orthosis
<b>IMC</b>	:	Infirmité Motrice Cérébrale
<b>IMOC</b>	:	Infirmité Motrice d’Origine Cérébrale
<b>JA</b>	:	Jambier Antérieur
<b>JP</b>	:	Jambier Postérieur
<b>LPV</b>	:	Leucomalacie Péri Ventriculaire
<b>NFAI</b>	:	Nœud Fibreux Antéro Interne
<b>NFPE</b>	:	Nœud Fibreux Postéro Externe
<b>PBVE</b>	:	Pied Bot Varus Equin
<b>PC</b>	:	Paralysie Cérébrale
<b>SCPE</b>	:	Surveillance of Cerebral Palsy in Europe



*TABLEAUX & FIGURES*



## Liste des tableaux :

- Tableau I** : Types d'interventions chirurgicales réalisées pour corriger les déformations des pieds.
- Tableau II** : Comparaison du statut de la marche entre différentes séries chez l'enfant PC.
- Tableau III** : Comparaison de la répartition des formes cliniques de la PC entre différentes séries.

## Liste des figures :

- Figure 1** : Nombre de patients en fonction de la tranche d'âge.
- Figure 2** : Représentation graphique de la répartition en fonction des antécédents.
- Figure 3** : Statut de la marche en fonction de la forme topographique de la PC.
- Figure 4** : Répartition des déformations au niveau du pied selon le type de la PC.
- Figure 5** : Répartition des déformations associées au pied.
- Figure 6** : Classification des PC selon la topographie et l'étendue de la lésion cérébrale.
- Figure 7** : Vue antérieure des pieds d'une fille ambulante de 16 ans ayant une paralysie cérébrale avec pieds plats valgus.
- Figure 8** : Test de Silfverskiöld.
- Figure 9** : Assise plantaire de référence.
- Figure 10** : Pied équin dynamique.
- Figure 11** : Pied gauche équin fixé.
- Figure 12** : Pied bot varus équin.
- Figure 13** : Pied valgus.
- Figure 14** : Pied talus iatrogène.
- Figure 15** : Hallux valgus
- Figure 16** : Chausson moulé correcteur d'éversion seul et placé dans une chaussure orthopédique.
- Figure 17** : Illustration de l'aponévrotomie des jumeaux.
- Figure 18** : Aponévrotomie des jumeaux.
- Figure 19** : Allongement à ciel ouvert par glissement selon White.
- Figure 20** : Allongement en Z du tendon d'Achille.
- Figure 21** : Allongement sous cutané par glissement du tendon d'Achille.
- Figure 22** : Procédure Mesh de l'ATA.
- Figure 23** : Illustration de l'arthrodèse extra-articulaire décrite par Grice qui utilise une greffe osseuse corticale placée dans le sinus du tarse.
- Figure 24** : Une radiographie latérale de la cheville d'un enfant diplégique spastique.
- Figure 25** : Aspect peropératoire de la mise en place de la vis de Pisani.

- Figure 26** : Aspects cliniques du pied d'un enfant IMC, avant et après une arthrorise avec la vis de Pisani.
- Figure 27** : Radiographies du pied gauche traité par arthrorise de Pisani en position debout.
- Figure 28** : Opération du cavalier.
- Figure 29** : Intervention du cavalier chez un garçon âgé de 7 ans et 10 mois.
- Figure 30** : Schémas AP et latéral d'un pied équin valgus avec effondrement de l'arche médiale et perte de la couverture talonaviculaire.
- Figure 31** : Voie d'abord postéro interne.
- Figure 32** : Voie d'abord externe.
- Figure 33** : Structures à préserver dans la libération des parties molles.
- Figure 34** : Fixation par broche de l'arche interne.
- Figure 35** : Les différentes étapes du transfert du jambier antérieur.
- Figure 36** : Schéma montrant ostéotomie de soustraction externe de Dwyer.



# *Plan*



<b>INTRODCUTION</b>	<b>1</b>
<b>MATERIELS ET METHODES</b>	<b>4</b>
<b>I. Type d'étude</b>	<b>5</b>
<b>II. Méthodes</b>	<b>5</b>
1. Critères d'inclusion	5
2. Critères d'exclusion	5
3. Recueil des données	5
4. Variables étudiées	5
5. Analyse des données	6
6. Considérations éthiques	6
7. Evaluation des résultats	6
<b>RÉSULTATS</b>	<b>7</b>
<b>I. Données épidémiologiques</b>	<b>8</b>
1. L'âge	8
2. Le sexe	8
<b>II. Motif de consultation</b>	<b>9</b>
<b>III. Antécédents et histoire neurologique</b>	<b>9</b>
<b>IV. Formes cliniques de la paralysie cérébrale</b>	<b>10</b>
<b>V. Statut de la marche</b>	<b>10</b>
<b>VI. Types de déformations au niveau du pied</b>	<b>11</b>
<b>VII. Déformations associées</b>	<b>12</b>
<b>VIII. Traitement</b>	<b>13</b>
1. Traitement médical	13
2. Traitement orthopédique	13
3. Traitement chirurgical	13
<b>IX. Résultats post-opératoires</b>	<b>15</b>
1. Recul	15
2. Evolution globale	15
<b>DISCUSSION</b>	<b>16</b>
<b>I. La paralysie cérébrale</b>	<b>17</b>
1. Historique	17
2. Définitions	17
3. Epidemiologie	19
4. Physiopathologie des troubles orthopédiques	19
5. Formes cliniques	21
<b>II. Pied du paralysé cérébral</b>	<b>24</b>
1. Définition	24
2. Diagnostic clinique	24
3. Empreintes plantaires	32
4. Diagnostic radiologique	34
5. Analyse des déformations	35
<b>III. Prise en charge thérapeutique</b>	<b>42</b>

1. Traitement médical (Injections de toxine botulique)	43
2. Traitement orthopédique	45
2.1 Rééducation	45
2.2 Les appareillages	47
3. Traitement chirurgical :	52
3.1 Principes généraux	52
3.2 Chirurgie multi-sites	53
3.3 Chirurgie du pied équin	54
a. Pied équin dynamique	54
b. Pied équin direct fixé	55
b.1 Aponévrotomie des gastrocnémiens	56
b.2 Allongement du tendon d'Achille	58
3.4 Chirurgie du pied valgus	63
a. L'arthrodèse extra-articulaire sous-talienne de Grice	64
b. L'arthrorise sous-talienne extra-articulaire	69
c. L'arthrodèse sous-talienne extra-articulaire : La procédure de Cavalier	72
d. L'ostéotomie d'allongement du calcanéum ou technique d'Evans	73
3.5 Chirurgie du pied bot varus équin	77
a. Libération des parties molles	78
b. Transfert musculaire	82
c. La double arthrodèse sous talienne et médio tarsienne	85
d. Ostéotomie de valgisation du calcanéum selon Dwyer	86
3.6 Chirurgie du pied creux	87
3.7 Chirurgie du pied talus	88
3.8 Chirurgie de l'hallux valgus	88
<b>CONCLUSION</b>	<b>89</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>92</b>
<b>RESUMES</b>	<b>98</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>102</b>



# *Introduction*



L'infirmité motrice cérébrale est une pathologie résultante d'une lésion cérébrale pré, per ou post-natale non évolutive. Cette pathologie consiste en un trouble moteur dû à la contraction continue des muscles, appelée spasticité.

Bien que l'atteinte motrice soit au premier plan, un certain nombre de manifestations neurologiques et pédiatriques peuvent être associées : retard mental, trouble de croissance, trouble de langage, épilepsie, déficit sensoriel, dyslexie, et trouble de comportement.

On distingue l'Infirmité Motrice Cérébrale (IMC) chez l'enfant dont les capacités intellectuelles sont présumées normales et l'Infirmité Motrice d'Origine Cérébrale (IMOC) lorsqu'il existe une déficience mentale. Il paraît plus judicieux de regrouper l'ensemble de ces pathologies comme le font les anglo saxons sous le terme de « Cerebral Palsy » (CP). [1,2]

La paralysie cérébrale (PC) reste, malgré l'amélioration de la surveillance obstétricale et des soins périnataux, une pathologie préoccupante. L'incidence globale de la PC en occident est passée de 1,3‰ à 2‰ depuis 1970, recrudescence probablement liée à l'augmentation du nombre de grands prématurés survivants. [1,2]

Cliniquement, la paralysie cérébrale dépend essentiellement de la localisation et de l'étendue de la lésion cérébrale, ainsi la paralysie sera classée comme pyramidale donnant une hémiplégie spastique, une diplégie, une triplégie ou une quadriplégie, ou extrapyramidale incluant les formes ataxiques et athétosiques.

Les éléments de diagnostic sont d'une part, le retard dans l'acquisition motrice et d'autre part, les attitudes et les mouvements anormaux au repos et/ou à l'activité. Le diagnostic se ferait en général avant l'âge de deux ans. Chez le petit enfant évoluant en permanence, il sera important de répéter les examens et d'instaurer une thérapeutique de réadaptation précoce afin d'agir sur ses potentialités d'évolution et de prévenir les problèmes orthopédiques, ceux-ci étant un élément de pronostic fonctionnel majeur.

Les atteintes motrices sont diverses, mais l'atteinte du pied est quasi constante, quelle que soit la forme ou la gravité de la paralysie cérébrale chez l'enfant. C'est pourquoi nous en faisons l'objet de notre étude, sans oublier que la perturbation motrice du pied et sa déformation sont souvent associées à des troubles sus-jacents, elles ne doivent donc pas être considérées isolément : le membre inférieur doit être étudié dans sa totalité. L'approche thérapeutique est alors nécessairement globale.

Le but principal de la prise en charge orthopédique est d'améliorer la fonction, et si possible la marche du patient et d'essayer d'interrompre ou de limiter le cercle vicieux de la pathologie du paralysé cérébral.

En absence de traitement efficace, la spasticité induit une difficulté d'étirement des muscles pouvant aboutir à des rétractions musculaires qui vont évoluer avec l'âge. Ensuite, des raideurs articulaires et des déformations osseuses vont s'installer et aboutir à des problèmes d'ordres architecturaux.

Les objectifs de notre travail sont de faire connaître les aspects orthopédiques du pied de l'enfant paralysé cérébral, de montrer l'intérêt du traitement orthopédique (rééducation, appareillages, chaussage) ainsi que les avancées du traitement médical, et d'indiquer les différentes options chirurgicales.

Notre travail portera sur l'étude de 41 cas d'enfants hospitalisés pour déformations des pieds secondaire à une paralysie cérébrale au sein du service de traumatologie-orthopédie pédiatrique du CHU Mohammed VI de Marrakech entre Janvier 2013 et Mars 2018. Les résultats obtenus seront par la suite discutés et comparés aux études similaires dans la littérature, dans le cadre d'une analyse du pied spastique de l'enfant paralysé cérébral.



# *Matériels et methodes*



## **I. Type d'étude**

Il s'agit d'une étude rétrospective étalée sur une période de 5 ans et 3 mois, du Janvier 2013 à Mars 2018. Notre série comportait 41 cas d'enfants (45 pieds) suivis pour déformation du pied secondaire à une paralysie cérébrale, colligés au sein du service de traumatologie orthopédie pédiatrique du CHU Mohammed VI de Marrakech.

## **II. Méthodes:**

### **1. Critères d'inclusion :**

Nous avons inclus dans notre étude :

- Les patients ayant été hospitalisés au service de traumatologie orthopédie pédiatrique du CHU Mohammed VI de Marrakech suite à une déformation du pied secondaire à une paralysie cérébrale dans sa forme spastique.
- Entre Janvier 2013 et mars 2018.
- Ayant un dossier médical complet.
- Avec un recul minimum de 1 an.

### **2. Critères d'exclusion :**

Nous avons exclu de notre étude:

- Les enfants de plus de 16 ans.
- Les dossiers incomplets et inexploitable.
- Les déformations du pied secondaire à d'autres étiologies.
- Les formes non spastiques de la paralysie cérébrale.

### **3. Recueil des données:**

La collecte des données a été faite à partir des dossiers des malades hospitalisés pour déformation du pied secondaire à une paralysie cérébrale pendant la période décrite.

### **4. Variables étudiées :**

Pour mener ce travail, nous avons procédé à l'analyse de plusieurs paramètres que nous avons regroupés dans une fiche d'exploitation (Annexe 1).

## **5. Analyse des données :**

L'analyse des données a été faite en utilisant le logiciel Microsoft Office Excel 2010. Nous avons effectué une analyse descriptive des caractéristiques épidémiologiques, cliniques, thérapeutiques et évolutives des patients. Les variables qualitatives ont été exprimées en pourcentage et les variables quantitatives en moyenne.

## **6. Considérations éthiques :**

L'analyse rétrospective des données ne nécessite pas d'obtenir un consentement auprès du malade, ainsi l'anonymat a été respectée lors du remplissage des fiches d'exploitations.

## **7. Evaluation des résultats :**

Pour tous nos malades, nous avons opté les éléments suivants pour évaluer nos résultats thérapeutiques :

- La correction de la déformation.
- la qualité d'appui et de la marche.
- la présence ou non de la douleur à la marche.



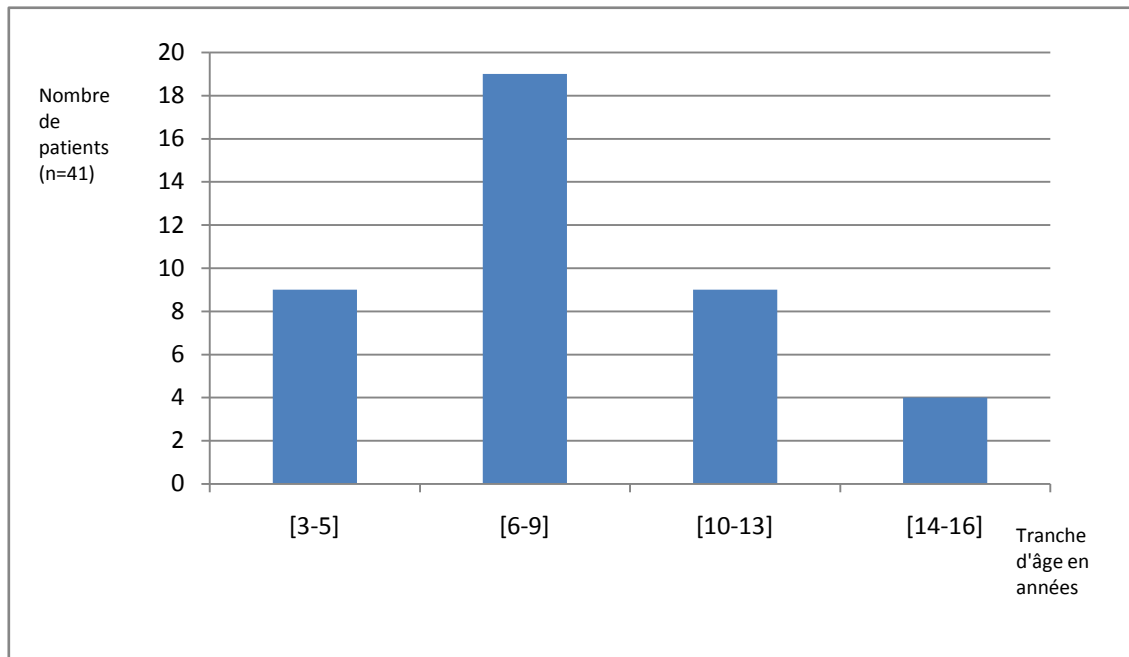
# *Résultats*



## I. Données épidémiologiques :

### 1. L'âge :

L'âge moyen de nos patients était de 8,2 ans avec des extrêmes d'âge de 3 et 16 ans.



**Figure 1 : Nombre de patients en fonction de la tranche d'âge**

46 % de nos patients avaient un âge entre 6 et 9 ans, 22 % entre 3 et 5 ans, également 22% entre 10 et 13 ans et 10 % entre 14 et 16 ans.

### 2. Le sexe :

Nous avons noté : 23 garçons (56 %) et 18 filles (44 %), donc la série montrait une légère prédominance masculine avec un sexe-ratio de 1,27.

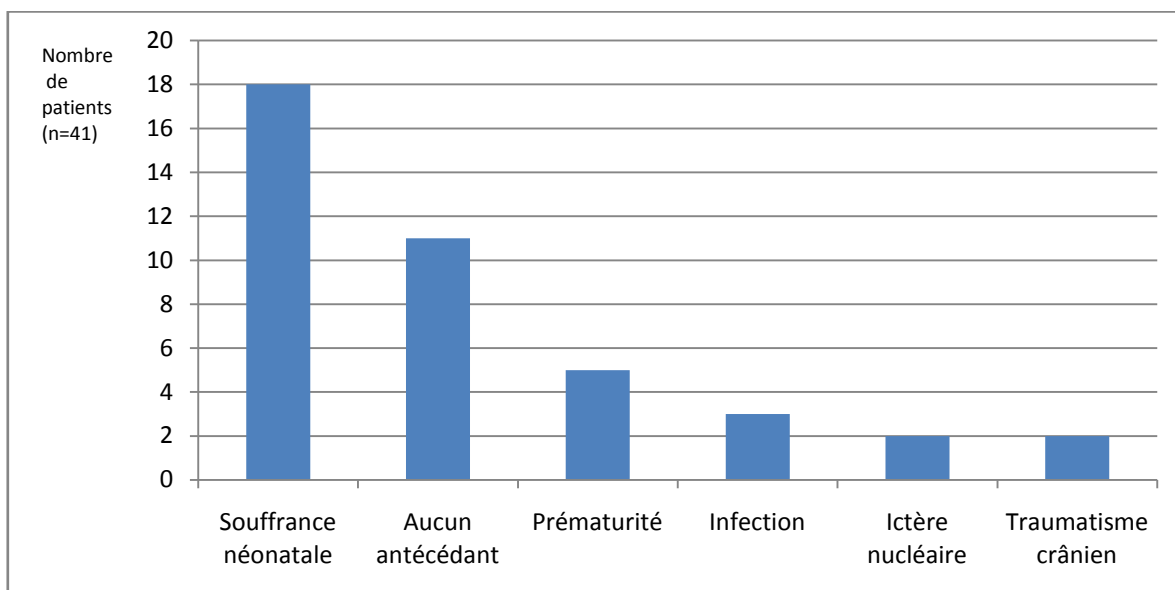
## **II. Motif de consultation :**

Le motif de consultation le plus fréquent était le trouble de la marche : 48%. Il s'agissait d'une boiterie ou d'une marche anormale : en équin, en triple flexion, en fauchage,... ainsi une fatigabilité à la marche était présente chez tous les cas avec une importance variable d'un patient à l'autre.

Le deuxième motif en terme de fréquence était le retard des acquisitions psychomotrices : 32%, que ce soit un retard de marche, de station debout ou assise.

Et enfin le dernier motif de consultation était la déformation des pieds : 20%, dont la particularité est qu'elle est remarquée plus tôt par les parents.

## **III. Antécédents et histoire neurologique :**



**Figure 2 : Représentation graphique de la répartition en fonction des antécédents**

Sur nos 41 cas, 11 cas (26,82%) n'avaient aucun antécédent considéré comme facteur de risque de PC.

Sur les 30 cas (73,18%) restants nous avons notés plusieurs facteurs qui sont isolés ou associés chez le même patient.

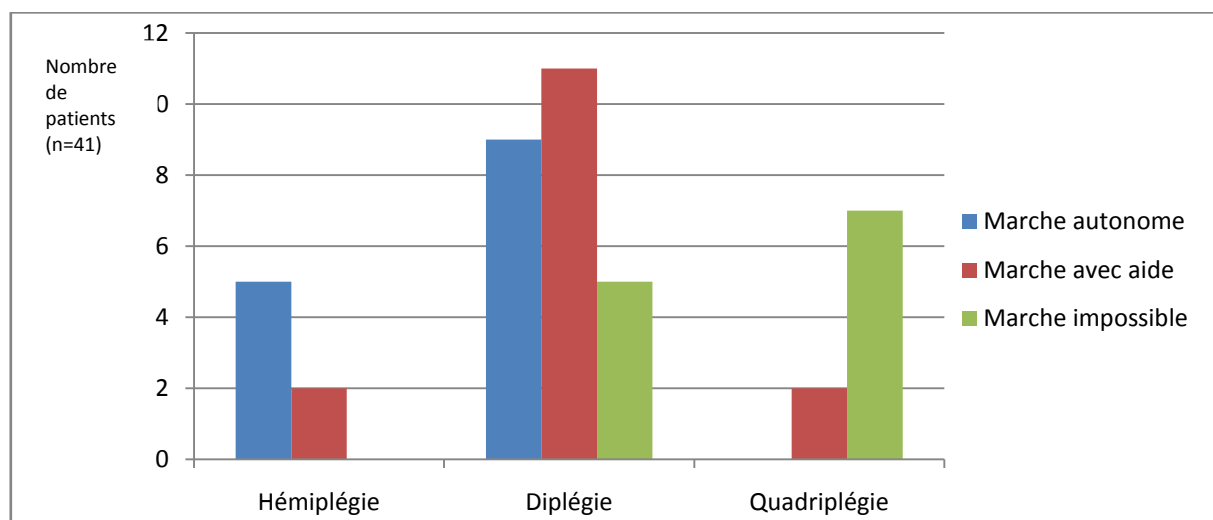
Le facteur le plus fréquent était de loin la souffrance néonatale qui apparait 18 fois (43,90%) suivie de la prématurité qui est retrouvé chez 5 cas (12,19%).

Les autres causes sont moins fréquentes : infection : 3 cas, ictère nucléaire : 2 cas, traumatisme crânien : 2 cas.

#### **IV. Formes cliniques de la paralysie cérébrale:**

25 cas (61%) présentaient une forme diplégique touchant de façon prédominante les deux membres inférieurs et une atteinte moindre voire absente des membres supérieurs. 9 cas (22%) présentaient une forme quadriplégique où les quatre membres sont touchés et 7 cas (17%) présentaient une forme hémiplégique affectant un hémicorps.

#### **V. Statut de la marche :**



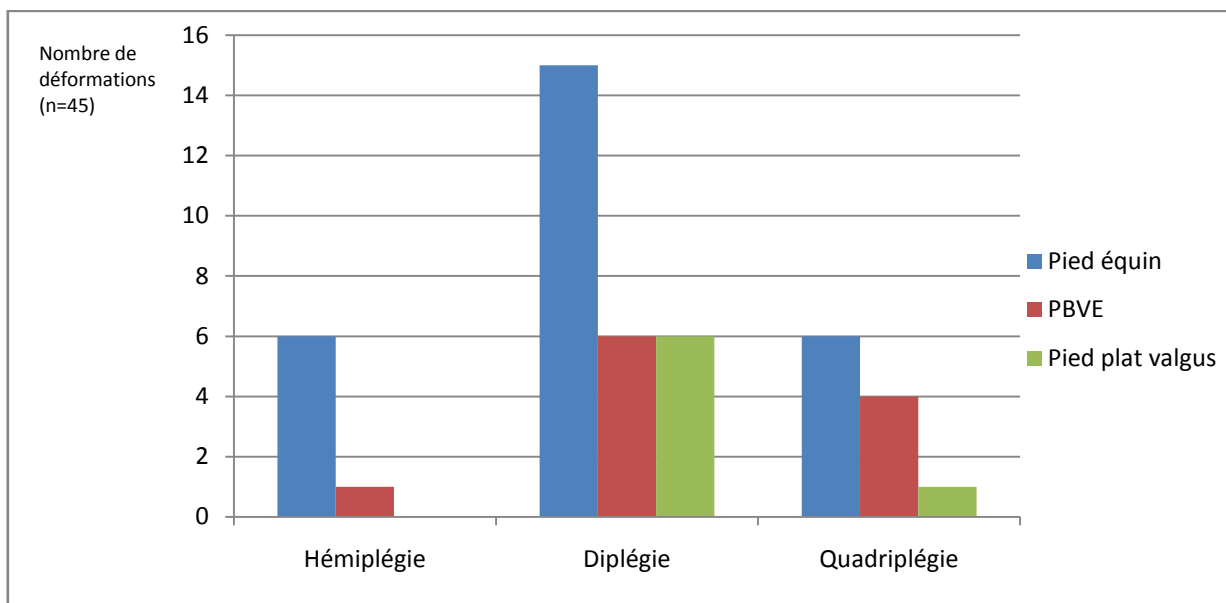
**Figure 3 : Statut de la marche en fonction de la forme topographique de la PC**

La marche était impossible chez 12 cas dont 7 cas quadriplégiques et 5 cas diplégiques.

La marche avec aide a été retrouvée chez 15 cas dont 11 cas diplégiques, 2 cas quadriplégiques et 2 cas hémiplégiques.

La marche était sans aide chez 14 cas patients dont 9 cas diplégiques et 5 cas hémiplégiques.

## **VI. Types de déformations au niveau du pied :**

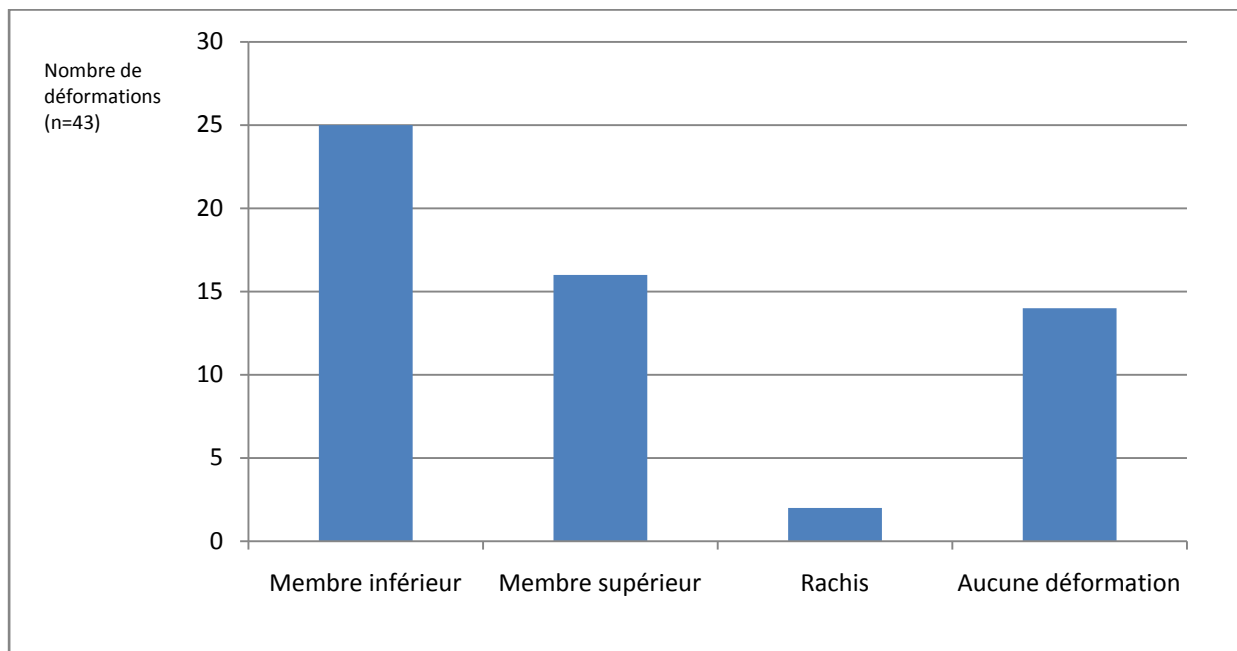


**Figure 4 : Répartition des déformations au niveau du pied selon le type de la PC**

La déformation la plus fréquente quel que soit le type de la PC était le pied équin avec 27 cas (60%), dont 15 cas (55,56%) chez le diplégique, 6 cas (85,72%) chez l'hémiplégique et 6 cas (54,54%) chez le quadriplégique. Elle a été suivie par la PBVE chez 11 cas (24,44%). Le pied plat a été retrouvé chez 7 cas (15,56%)

Notons par ailleurs qu'un hallux valgus a été retrouvé chez 2 patients, tous les deux diplégiques.

## VII. Déformations associées :



**Figure 5 : Répartition des déformations associées au pied**

Sur nos 41 dossiers d'enfants PC présentant une déformation du pied, 14 cas ne présentaient aucune autre déformation, alors que 27 cas présentaient d'autres déformations orthopédiques, isolées ou associées entres elles chez le même patient.

Parmi ces 27 patients, la déformation associée la plus fréquente était celle des membres inférieurs répartis de la manière suivante : 18 déformations au niveau du genou et 7 déformations au niveau de la hanche.

De plus, nous avons noté 16 déformations au niveau du membre supérieur et 2 déformations au niveau du rachis à type de scoliose et cypho-scoliose.

## **VIII. TRAITEMENT**

Dans notre série, le traitement a fait appel à des moyens orthopédiques et médicaux complétés par la chirurgie.

### **1. Traitement médical :**

Uniquement un seul patient présentant un pied équin, a reçu un traitement médical à base de la toxine botulique, mais il s'est soldé par un échec et a été repris chirurgicalement.

### **2. Traitement orthopédique :**

Tous les patients ont bénéficié d'un traitement orthopédique, comportant outre la rééducation motrice, des plâtres d'allongements, des attelles, des semelles, et des chaussures orthopédiques.

### **3. Traitement chirurgical :**

95% des patients (43 pieds) ont bénéficié d'une cure chirurgicale en vue de corriger la déformation du pied dont 12 patients ont bénéficié d'une chirurgie multi-sites. Notons par ailleurs que 5% des patients ont eu un traitement orthopédique seul au niveau du pied et chirurgical ailleurs : hanches, genoux, membre supérieur,...

**Tableau I : Types d'interventions chirurgicales réalisées pour corriger les déformations des pieds.**

Allongement du tendon d'Achille seul	18
Allongement du tendon d'Achille + transfert du jambier postérieur	4
Allongement du tendon d'Achille+ double arthrodèse	1
Allongement du tendon d'Achille+ cavalier	3
Allongement du tendon d'Achille+ LPI	3
Allongement du tendon d'Achille+ Evans	1
Allongement du tendon d'Achille+ aponévrotomie des jumeaux	5
Aponévrotomie des jumeaux seul	4
Cavalier seul	3
LPI seul	1
Total	43

Dans notre série, l'objectif principal de la chirurgie était de rétablir une architecture normale, de lever la rétraction et de restituer la fonction. Les techniques réalisées sont répartis de la manière suivante :

- 18 pieds équins irréductibles ont bénéficié d'un ATA seul.
- 4 pieds équins réductibles ont bénéficié d'une aponévrotomie des jumeaux seul.
- 5 pieds équins ont bénéficié d'une aponévrotomie des jumeaux à un âge précoce (inférieur à 7 ans). Ils ont présenté une récurrence raison pour laquelle un ATA était indiqué comme seconde intervention.
- 4 PBVE souple présentant une hyperactivité du JP ont bénéficié d'un ATA associé à un transfert du JP.
- 1 PBVE rigide et invétère a bénéficié d'un ATA associé à une double arthrodèse.
- 1 PBVE a bénéficié d'une LPI des parties molles avec fixation de l'arche interne.
- 3 PBVE ont bénéficié d'un ATA associé à une LPI des parties molles avec fixation de l'arche interne.
- 3 pieds plats valgus majeurs ont bénéficié d'un ATA associé à la procédure de cavalier.
- 3 pieds plats valgus ont bénéficié d'une intervention de cavalier seul.
- 1 pied plat valgus a bénéficié d'un ATA associé à une ostéotomie d'allongement calcanéen avec greffon iliaque.

## **IX. Résultats post-opératoires :**

### **1. Recul :**

Dans notre série le recul moyen était de 3 ans et 5 mois, avec un recul minimum de 1 an et un recul maximum de 5 ans.

### **2. Évolution globale:**

Ainsi, sur 41 cas, 21 ont eu une évolution favorable avec 15 résultats satisfaisants et 6 légères améliorations.

Chez 9 cas, il a été noté soit une persistance de la déformation du pied, soit une récurrence suivie ou non d'une ré-intervention. Pour 3 de nos patients, la déformation initiale à savoir l'équin a été corrigée, mais au cours de l'évolution une déformation secondaire est apparue. Il s'agissait le plus souvent d'un pied plat avec hallux valgus.

Malheureusement, 11 patients ont été perdus de vue après le traitement et leur évolution demeure donc inconnue.



# *Discussion*



## **I. La paralysie cérébrale :**

### **1. Historique : [3]**

Les séquelles motrices des lésions cérébrales sont étudiées depuis le début du 19<sup>e</sup> siècle. C'est en 1843 que paraissent les premiers travaux de Little à propos d'enfants présentant une paralysie des membres inférieurs à la suite d'accouchements difficiles. C'est à Freud, en 1893, que revient la première classification des symptômes avec description de la spasticité et des syndromes pyramidaux. En 1947 apparaissent aux U.S.A. les premières études sur le traitement de la Cerebral Palsy. En France, depuis 1950, le Pr Tardieu a tracé la voie aux équipes qui actuellement s'occupent de la prise en charge des I.M.C. La prise en charge des polyhandicapés est plus récente encore, et suit principalement les enseignements d'équipes anglo-saxonnes comme celle de Fröhlich, de Bobath ou de Snoezelen.

### **2. Définitions : [4-10]**

L'infirmité motrice cérébrale est due à des lésions cérébrales précoces accidentelles survenues dans la période péri-natale, parfois avant (in-utéro), parfois au moment de la naissance ou juste après. Ce n'est ni une malformation cérébrale, ni une maladie héréditaire. C'est la conséquence de l'agression d'un cerveau sain.

On parle d'IMC quand les séquelles sont purement motrices et qu'il y a une conservation de l'intelligence.

Guy Tardieu dit que l'IMC regroupait des troubles moteurs prédominants et non évolutifs dus à une lésion cérébrale, conséquence d'une lésion pré, péri ou postnatale précoce, pouvant s'accompagner d'atteintes sensorielles et d'atteintes partielles des fonctions supérieures à l'exception d'une déficience intellectuelle (Tardieu 1969) [7].

D'après cette définition, les infirmes moteurs cérébraux sont porteurs de lésions cérébrales anatomiquement stabilisées, sans composante génétique. Ces lésions s'expriment par un déficit moteur prédominant, voire exclusif.

En tout cas, il n'existe pas de sous-efficience intellectuelle globale caractérisée.

Il s'agit d'I.M.O.C. lorsque les séquelles sont multiples, non seulement motrices, mais aussi intellectuelles ; parfois, il y a une épilepsie, une atteinte sensorielle importante... c'est le tableau d'une personne polyhandicapée.

Ces deux catégories de malades, IMC et IMOC, sont réunies sous le même vocable de «Cerebral Palsy» (CP) dans la littérature anglophone.

Claudine Amiel-Tison [8] a défini l'Infirmite d'Origine Cérébrale comme un trouble de la posture et trouble du mouvement résultant d'une lésion cérébrale non progressive et définitive survenue sur un cerveau en voie de développement.

Le consensus adopté par le réseau européen SCPE (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe) définit [9] la Paralysie Cérébrale (PC) comme un ensemble de troubles du mouvement et/ou de la posture et de la fonction motrice. Ces troubles permanents peuvent avoir une expression clinique changeante avec le temps, dus à un désordre, une lésion ou une anomalie non progressives d'un cerveau en développement ou immature.

Selon la plus récente définition collective internationale (Rosenbaum et coll., 2007) [10], la «Paralysie Cérébrale» (PC) est un terme qui désigne un groupe de troubles permanents du développement du mouvement et de la posture, responsable de limitation d'activité, imputable à des événements survenus sur le cerveau en développement du fœtus ou du nourrisson. Les troubles moteurs de la paralysie cérébrale sont souvent accompagnés de troubles sensoriels, perceptifs, cognitifs, de la communication et du comportement, ainsi qu'une épilepsie et des problèmes musculo-squelettiques secondaires.

### **3. Epidémiologie : [11,12]**

Avec une prévalence de 2 à 3 pour 1000 naissances, soit chaque année 1 500 enfants atteints dans la population générale des pays développés, la PC reste le handicap moteur le plus fréquent chez l'enfant. La prévalence de la CP s'élève jusqu'à 5 à 8 % des enfants parmi les enfants de très petits poids de naissance ou les enfants nés très grands prématurés. Pour 85 % des cas ; il s'agit de formes cliniques où la spasticité prédomine, de façon bilatérale ou unilatérale. Un tiers des enfants avec CP ne marchent pas à l'âge de 5 ans, et cette capacité à la marche est d'autant plus réduite qu'il existe d'autres déficits associés à la déficience motrice.

Les formes spastiques sont prédominantes (85 % des cas), et parmi elles 1/3 sont des hémipariés. Viennent ensuite les formes dyskinétiques qui ne représentent pas plus de 7 % des cas de CP, et les formes ataxiques (5 % des cas).

Un grand nombre de CP concerne des enfants nés prématurément mais pas tous, 25 % sont nés à moins de 32 semaines d'aménorrhée, 20 % sont nés entre 32 et 36 semaines, et 55 % concernent des enfants nés à terme.

Au Maroc, la paralysie cérébrale constitue un sérieux problème de santé publique, sa prévalence est estimée à 2,5 pour mille naissances vivantes [13].

### **4. Physiopathologie des troubles orthopédiques : [14-16]**

L'appareil ostéo-articulaire du nourrisson dont l'atteinte cérébrale est récente, n'est pas déformé quelle que soit l'étendue de l'atteinte. Ce n'est qu'avec le temps, la croissance, l'installation du déséquilibre musculaire et de positions vicieuses que les déformations vont progressivement apparaître. Alors que la lésion cérébrale est fixée, les conséquences des troubles du tonus et du déséquilibre musculaire vont retentir sur le potentiel fonctionnel de l'enfant, voire l'aggraver. Il est donc essentiel que ces enfants puissent bénéficier d'un suivi

orthopédique dès le plus jeune âge et que des mesures de prévention soient prises aussi précocement que possible d'autant plus que l'atteinte motrice est sévère.

Chaque trouble moteur peut être dissocié en composantes primaires qui sont les manifestations directes de l'affection neurologique de base ; en composantes secondaires qui représentent les conséquences musculo-squelettiques et à plus long terme les anomalies tertiaires visant à compenser les déformations secondaires :

➤ **Les composantes primaires :**

- ✚ *La spasticité* : c'est une élévation du tonus qui augmente avec la vitesse du mouvement.
- ✚ *La dystonie* : c'est une activation musculaire aberrante (co-contraction) lors du mouvement volontaire ou du maintien de la posture.
- ✚ *L'hypotonie* : c'est une diminution du tonus axial et éventuellement périphérique.
- ✚ *La faiblesse musculaire* : qui est présente à des degrés divers chez la grande majorité des enfants atteints d'IMC.
- ✚ *Le déficit de contrôle moteur sélectif* : autrement dit l'incapacité d'activer les muscles appropriés pour effectuer un mouvement dirigé.
- ✚ *Les mouvements involontaires* : choréiques, athétosiques, balliques.
- ✚ *L'ataxie.*

➤ **Les composantes secondaires :**

Les éléments primaires décrits précédemment et plus particulièrement la spasticité, auront pour effet de modifier les propriétés viscoélastiques du muscle en le rendant moins extensible, avec comme conséquence à plus long terme des raccourcissements musculo-tendineux accompagnés de contractures articulaires.

On observe par exemple ce phénomène chez l'enfant diplégique : il commence par marcher sur la pointe des pieds à cause de la spasticité des muscles fléchisseurs de la cheville qui rapidement perdent leur élasticité. On constate alors un raccourcissement progressif des

muscles et du tendon d'Achille, menant en quelques années à l'apparition de pieds équins irréductibles.

Hormis les rétractions articulaires qui peuvent être observées à tous les niveaux, le déséquilibre musculaire chronique peut entraîner d'autres complications orthopédiques telles que les luxations de hanche, scoliose, déficits de croissance d'un ou plusieurs membres. Tous ces problèmes musculo-squelettiques ont pour conséquences d'aggraver les troubles primaires et en particulier la faiblesse musculaire.

➤ **Les troubles tertiaires :**

Ce sont les anomalies qui visent à compenser les déformations secondaires pour permettre la marche et la rendre plus efficace. Il peut s'agir par exemple d'une rotation du bassin pour allonger le pas, d'un fauchage lors de la phase oscillante ou d'une activité prolongée du quadriceps pour lutter contre la flexion excessive des genoux.

## **5. Formes cliniques:**

La classification de la paralysie cérébrale est basée sur la typologie et la localisation de l'atteinte motrice. La gravité de cette dernière dépend d'une part, de l'étendue de la lésion cérébrale et de sa localisation, et d'autre part de la période de survenue de la lésion. Ainsi on retrouve classiquement des formes plus sévères lorsque l'atteinte cérébrale est postnatale.

Différentes formes cliniques sont donc observables :

➤ **La forme spastique** (70 à 80% des cas) dite aussi pyramidale. Comme son nom l'indique, la spasticité est au premier plan. En fonction des membres atteints on parle de : quadriplégie (10 à 15%) définie par une atteinte des quatre membres et du tronc, diplégie (30 à 40%) où les membres inférieurs sont les plus atteints, hémiplegie (20 à 30%) quand il y a paralysie de la moitié du corps prédominante au membre supérieur. La monoplegie (rare) concerne paralysie d'un membre.

- **La forme dyskinétique** (10 à 15% des cas) peut être divisée en une forme hypermétrique (athétosique) caractérisée par des mouvements involontaires plus prononcés à la face et aux extrémités même au repos, et une forme dystonique caractérisée par des contractures localisées ou diffuses, lentes, simultanées, et persistantes des muscles agonistes et antagonistes.
- **La forme ataxique** (5% des cas) est caractérisée par un trouble de l'équilibre et de la coordination motrice, les mouvements des extrémités sont désordonnés et hypermétriques, il peut exister un certain degré de spasticité aux membres.
- **Les formes mixtes** : Les différentes formes décrites ci-dessus peuvent coexister chez un même individu.

Les formes spastiques sont prédominantes (85 % des cas), et parmi elles 1/3 sont des hémiplésies. Viennent ensuite les formes dyskinétiques qui ne représentent pas plus de 7 % des cas de PC, et les formes ataxiques 5 % des cas de PC [17].

On peut aussi classifier les atteintes en fonction des membres atteints, supérieurs et/ou inférieurs : [18]

- **La monoplégie** atteint un seul membre, le bras plus fréquemment que la jambe. Cette topographie est rare dans la PC et est le plus souvent acquise.
- **L'hémiplégie** est assez fréquente. Elle touche les 2 membres d'un même hémicorps et prédomine souvent au membre supérieur. Cette atteinte peut s'étendre à la face. Lorsque la lésion n'est pas strictement limitée à un seul hémisphère, il peut exister un déficit controlatéral mais il est alors minime. L'hémiplégie représente 10% des déficits moteurs de la PC.
- **La paraplégie ou diplégie** est une atteinte des deux membres inférieurs dans leur action motrice et posturale. Un cas particulier est la diplégie spastique ou maladie de Little : tout le corps est atteint, les membres inférieurs étant plus touchés que les membres supérieurs.

➤ **La triplégie** est une atteinte de tout le corps, prédominant aux deux membres inférieurs et à un membre supérieur.

➤ **La tétraplégie ou quadriplégie** touche les quatre membres et tout le corps. Ce trouble massif provoque une insuffisance posturale du tronc et une faiblesse du contrôle de la tête. Les membres sont souvent raides.

La localisation de l'atteinte n'est pas un indicateur suffisant pour présumer de l'intensité du handicap fonctionnel : certains tétraplégiques vont pouvoir marcher, d'autres diplégiques vont rester en fauteuil roulant.

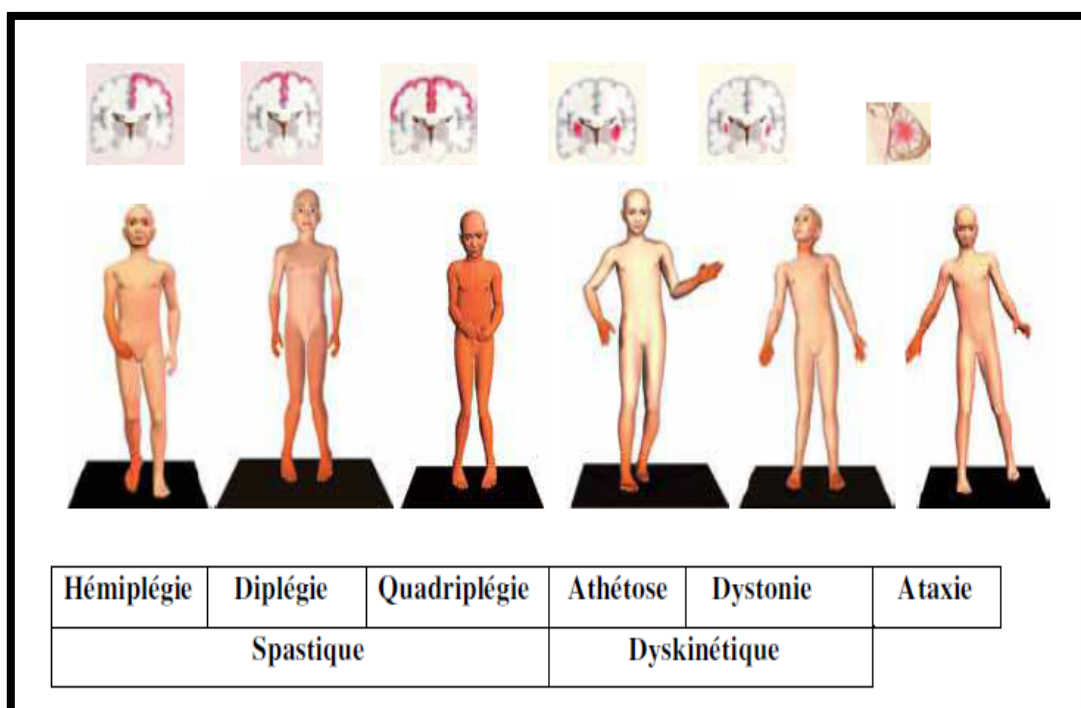


Figure 6: Classification des PC selon la topographie et l'étendue de la lésion cérébrale. [18]

## **II. Pied du paralysé cérébral :**

### **1. Définition :**

Le pied du paralysé cérébral est un pied spastique c'est-à-dire avec une contraction musculaire et une rétraction tendineuse anormale. L'état de spasticité se traduit par une augmentation du réflexe d'étirement associé à une exagération des réflexes ostéo-tendineux et parfois un clonus, ce qui entraîne une perte du contrôle moteur sélectif et un déséquilibre entre les muscles agonistes et les muscles antagonistes. Le cumul du raccourcissement musculaire et de la croissance osseuse entraîne une limitation progressive de l'amplitude du jeu articulaire, ce qui provoque des positions anormales et irréductibles à l'origine de troubles orthopédiques et de déformations osseuses [19].

L'atteinte du pied est quasi constante quelle que soit la forme ou la gravité de la PC, qu'il s'agisse d'un élément d'une déformation complexe, ou du signe d'appel de l'affection. En effet, P.A. O'Connell et Al. confirment que les déformations du pied et de la cheville sont fréquentes en cas de PC avec plus de 76% des enfants PC étudiés [20]. La fréquence de l'atteinte du pied dans le cadre de la PC et la complexité de l'analyse clinique et des principes thérapeutiques font l'intérêt de notre travail.

### **2. Diagnostic clinique :**

#### **2.1 Interrogatoire et histoire neurologique :**

Forcement long et détaillé, il porte sur :

L'étude des antécédents : Condition de la naissance (la grossesse et de l'accouchement) ; développement psycho moteur et état des acquisitions ; état actuel de la fonction (marche, déambule) ; la période périnatale...

L'âge est également un élément à rechercher lors de l'anamnèse. Dans notre série, la moyenne d'âge est de 8,2 ans, ce qui est concordant avec les données de la littérature. Bottos et al [21] ont rapporté une moyenne d'âge de 8 ans, Dinah et al [22] ont rapporté une moyenne d'âge de 7 ans et 4 mois. Wichers et al [23] ont rapporté une moyenne d'âge au moment de

diagnostic de 10 ans. Cet âge tardif peut être expliqué dans notre contexte par le retard de demande de soins et le recours à la médecine traditionnelle.

Concernant le sexe, Al-asmari et al [24] et Wichers et al [23] ont rapporté une légère prédominance du sexe masculin, avec sex-ratio de 1,2. Vidella a rapporté une prédominance masculine avec un sex ratio de 1,5. Ces résultats sont proches de ceux enregistrés dans notre série avec un sex-ratio de 1,27.

L'anamnèse précise aussi les causes de la PC représenté dans notre étude essentiellement par la souffrance néonatale 43,90% ; Ceci est dû dans notre contexte aux nombres importants de grossesse non ou mal suivies et des accouchements qui ont eu lieu à domicile. Contrairement au pays occidentaux dont le progrès en terme de prise en charge périnatale a permis le recul des complications liées à l'accouchement et les infections néonatales mais qui a en contrepartie permis une augmentation des nombres de cas de prématurité.

Outre les causes de la PC, l'interrogatoire note également le motif de consultation, les dates d'acquisition de la tenue de la tête, de la position assise et de la marche et le niveau intellectuel. Dans notre étude, le motif de consultation le plus fréquent était les troubles de la marche avec 48% des cas, ce qui explique que l'âge au moment du diagnostic est relativement élevé avec une moyenne de 8.2 ans.

L'anamnèse précise également la nature de la prise en charge depuis la naissance et le statut fonctionnel actuel en décrivant le type de déambulation et l'utilisation éventuelle d'aides techniques [25] [26]. On peut pour cela se référer au score fonctionnel de l'échelle de Gillette Hospital (Annexe 2) [27].

P.A. O'Connell et al. ont retrouvé lors de leur étude 60% d'enfants marchant de façon autonome, 14% avec aides et 26% de non ambulants.

Une étude faite à Bicêtre par Docteur Catherine Jeannin-Carvajal sur 121 sujet entre 1991 et 1992 ayant un âge moyen de 5 ans 10 mois (3 mois à 29 ans), a retrouvé que 45% marchaient seuls, 17% marchaient avec une aide et 38% ne marchaient pas.

Nous avons trouvé au cours de notre étude, un potentiel de marche quasi similaire avec 71% d'enfants marchant mais répartis de cette manière : 35% avec une marche autonome, 36% avec une marche avec aide. Quant aux non marchants, ils ne représentaient que 29% des cas.

**Tableau II : Comparaison du statut de la marche entre différentes séries chez l'enfant PC**

Auteur	Marche autonome	Marche avec aide	Marche impossible
P.A O'connell et al	60%	14%	26%
Jeannin-Carvajal	45%	17%	38%
Notre étude	35%	36%	29%

Au terme de l'interrogatoire, l'examineur doit définir la forme clinique de la PC. A ce sujet, une étude française a retrouvé la distribution suivante : 40% de quadriplégiques, 21% d'hémiplégiques et 17% de diplégiques. P.A O'connel et al a retrouvé 18% de quadriplégiques, 33% d'hémiplégiques et 33% de diplégiques [20].

Bell et al ont retrouvé au cours d'une étude faite sur 28 enfants (âgés de 5-16 ans): 19 diplégiques, 7 hémiplégiques et 2 avec tétraplégie [28].

Une autre étude faite en Moselle par Alexandre Jennes [29] en janvier 2003 sur 98 enfants a montré que 44 étaient diplégiques, 15 hémiplégiques et 39 avec une quadriplégie.

Notre étude a été constitué de 22% quadriplégiques, 61% diplégiques et 17% hémiplégiques

**Tableau III : Comparaison de la répartition des formes cliniques de la PC entre différentes séries.**

	Diplégie	Hémiplégie	quadriplégie
Etude française	17%	21%	40%
P.A O'connel et al	33%	33%	18%
Bell et al	68%	25%	7%
Alexandre Jennes	45%	15%	40%
Notre étude	61%	17%	22%

Notre étude a eu des résultats quelque peu différentes de l'étude française et de P.A. O'connel et al où la prédominance des formes quadriplégiques et hémiplégiques a été constatée, et presque identique à l'étude de Bell et al où on retrouve que la forme diplégie est la plus fréquente.

#### **2.2 Examen clinique :**

L'examen porte sur la marche, sur le pied statique et dynamique, puis il est général, à la recherche d'une association pathologique [30].

Le patient doit être en confiance et le plus détendu possible, car l'anxiété peut augmenter l'hypertonie musculaire et majorer le tableau clinique [31].

L'examen orthopédique du patient neurologique doit respecter un algorithme permettant une évaluation la plus fiable possible et reproductible d'une consultation à l'autre :

- évaluation visuelle ;
- examen des amplitudes articulaires ;
- évaluation de la spasticité musculaire ;
- évaluation du contrôle musculaire ;
- évaluation de la force musculaire ;
- évaluation de la marche ;
- évaluation de la fonction motrice.

Les enfants atteints de PC présentent généralement des malformations à plusieurs niveaux ; par conséquent, il faut reconnaître les pathologies concomitantes aux déformations du pied, y compris les contractures du genou, le mal alignement torsionnel tibial et fémoral, les changements dysplasiques de la hanche et les déformations de la colonne vertébrale [32].

Enfin, l'objectif fonctionnel doit être précisé avec le patient et sa famille pour proposer la prise en charge la plus adaptée [31].

a. **Évaluation visuelle :**

Il est important de regarder le patient marcher avec et sans chaussures pour apprécier la qualité de l'appui, la façon dont le pied est en contact avec le sol, la présence d'une boiterie, et détecter les déformations osseuses, et les anomalies torsionnelles [31].

Les troubles de l'équilibre, les problèmes de concentration ou de vision de l'enfant peuvent s'associer, modifiant l'appui au sol et la marche [31].



**Figure 7 : Vue antérieure des pieds d'une fille ambulante de 16 ans ayant une PC avec pieds plats valgus.**

b. Examen des amplitudes articulaires [31]:

Pour l'évaluation des amplitudes articulaires, l'examineur doit réaliser des mouvements doux, à vitesse lente, afin d'apprécier d'une façon correcte l'amplitude maximale et de ne pas déclencher la spasticité des muscles.

Il se fait habituellement avec le patient allongé en décubitus dorsal.

L'analyse de la flexion dorsale se fait en deux temps (*test de Silf- verskiöld*) : d'abord avec le genou fléchi (position qui détend les gastrocnémiens qui ont une insertion au niveau de l'extrémité inférieure du fémur) pour apprécier la rétraction du soléaire, puis genou tendu pour une évaluation totale de la longueur du triceps (gastrocnémiens et soléaire).



**Figure 8: Test de Silfverskiöld : rétraction des gastrocnémiens. A. Flexion dorsale positive quand le genou est fléchi. B. Flexion plantaire du pied quand le genou est tendu.**

c. Évaluation de la Spasticité musculaire [31]:

C'est une augmentation du tonus musculaire à l'étirement. Elle fait partie du syndrome pyramidal (qui associe le déficit moteur et la perte de sélectivité du mouvement) et qui est le résultat d'une altération du réflexe myotatique. L'expression sur le plan clinique est la résistance à l'étirement vitesse dépendante (résistance plus importante quand l'étirement du muscle se fait à vitesse rapide).

L'évaluation de la spasticité n'est pas facile, car le tableau clinique est souvent mixte, avec des éléments de dystonie, de faiblesse et parfois de rétraction musculaire [33]. Plusieurs échelles cliniques permettent l'évaluation de la spasticité. Les plus utilisées sont l'échelle d'Ashworth [34] ou de celle de Tardieu (Annexe 3 et 4).

**d. Évaluation du contrôle musculaire [31]:**

Un des éléments qui doit être pris en compte lors de l'examen du pied neurologique est la sélectivité musculaire qui représente la capacité du patient de réaliser un mouvement volontaire avec les muscles appropriés. Boyd et Graham [35] ont proposé une classification qui permet une évaluation rapide et simple du contrôle musculaire, sans tenir compte de l'amplitude articulaire (Annexe 5).

**e. Évaluation de la force musculaire [31]:**

La force musculaire est la capacité d'un muscle de réaliser une contraction contre résistance.

Chez les enfants paralysés cérébraux, elle est difficile à apprécier du fait de la présence de la spasticité, des difficultés de compréhension et de la sélectivité musculaire déficitaire [36]. On utilise la cotation classique de 0 à 5, uniquement pour les enfants coopérants, capables de comprendre et de répondre aux consignes (Annexe 6).

L'évaluation de la force musculaire est difficile car le contrôle moteur est perturbé et parce que la force développée lors de l'examen sur table ne reflète pas forcément celle au cours de la marche. La force peut être évaluée contre la gravité et contre résistance.

Certains muscles peuvent être évalués par leur activité syncinétique. Par exemple, un mouvement de flexion de la hanche et du genou s'accompagne souvent d'une contraction syncinétique du tibial antérieur.

f. Évaluation de la marche :

L'observation de la marche fait partie de l'évaluation clinique des enfants ambulants atteints de paralysie cérébrale, elle est utile pour évaluer l'effondrement du pied et la sévérité de la déformation en plus de l'évaluation du genou, de la hanche et du tronc [37].

L'examen visuel consiste à analyser pour chaque membre la position du pied et des divers segments articulaires sus-jacents pendant la phase d'appui et la phase oscillante du cycle de marche. On vérifie la qualité des pré-requis pour une marche efficace définis par Gage [38]:

- ✚ Une stabilité du membre pelvien en phase d'appui c'est-à-dire : un bon alignement des segments fémoral et crural, un pied stable et un moyen glutéal suffisamment efficace pour permettre un pas oscillant controlatéral de bonne qualité.
- ✚ La liberté du pied pour le passage du pas sans accrochage, dû à un équin dynamique ou fixé ou à une rotation interne d'origine fémorale et/ou tibiale.
- ✚ Un bon positionnement du pied avant le contact initial, avec un genou en extension quasi complète et un équin talo-crural peu marqué, ce qui permet l'attaque du pas par le talon.
- ✚ Une longueur du pas suffisante.
- ✚ La conservation de l'énergie avec une vitesse suffisante pour une marche économique.

g. Évaluation de la fonction motrice:

La principale préoccupation de la famille ou des soignants d'enfants atteints de paralysie cérébrale est l'altération de la fonction des membres inférieurs et le handicap.

Pour une meilleure évaluation de la fonction et de la mobilité chez les enfants atteints de paralysie cérébrale, cinq niveaux fonctionnels ont été décrits et présentés par le Système de classification des fonctions motrices globales (GMFCS).

- **Niveau 1** : les enfants marchent d'une façon autonome, sans limitation.  
Ils peuvent courir, monter les escaliers sans difficulté ;
- **Niveau 2** : les enfants marchent d'une façon autonome, avec périmètre de marche limité
- **Niveau 3** : les enfants se déplacent avec aide technique (cannes, déambulateur) ;
- **Niveau 4** : les enfants peuvent se tenir debout et marcher de façon limitée avec de l'aide, mais ils dépendent principalement d'un fauteuil roulant et ont un contrôle anti gravitique du cou et de la tête;
- **Niveau 5** : la dépendance est totale sans contrôle du cou, les enfants sont déplacés en fauteuils manuels, poussés par les adultes.

L'échelle de mobilité fonctionnelle est un autre système de classification utile et plus complet, qui classe la mobilité et la déambulation en trois catégories basées sur la distance (5, 50 et 500 m).

Six niveaux ont été décrits en fonction de l'utilisation d'appareils fonctionnels (niveau 1: fauteuil roulant, niveau 2: déambulateur, niveau 3: deux béquilles, niveau 4: une béquille ou deux Cannes, niveau 5: indépendant sur surfaces planes et niveau 6: indépendant sur toutes les surfaces) [32].

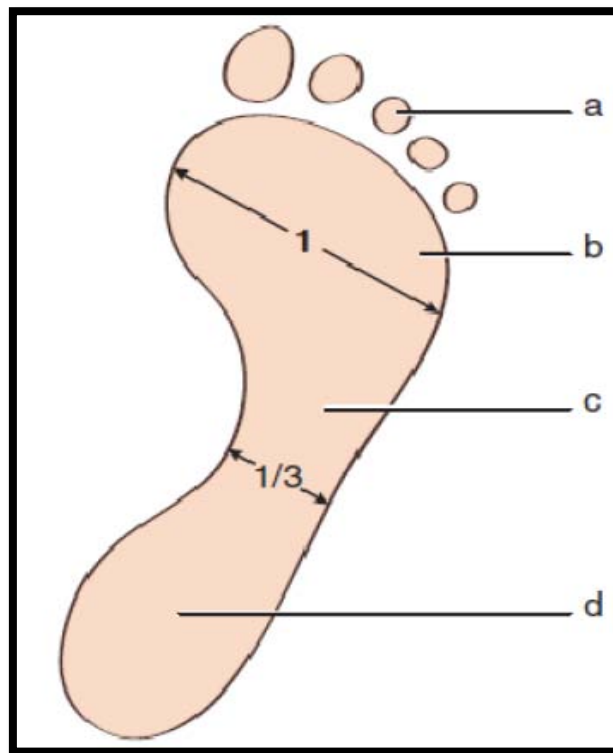
### **3. Empreintes plantaires :**

Le podoscope médical est un appareil permettant de visualiser l'empreinte plantaire du pied. L'appareil est composé d'une vitre épaisse capable de supporter le poids d'un patient, d'un dispositif d'éclairage et d'un miroir placé au fond de l'appareil. Un patient debout sur la vitre va exercer des pressions sur certaines parties de son pied.

Ce sont ces parties des zones d'appui de la voûte plantaire créant un contraste avec les autres parties de la plante du pied non contraintes qui vont être mises en évidence par l'examen.

Pour les enfants qui ont la capacité de tenir debout, l'examen au podoscope permet d'apprécier l'appui réel et d'adapter les chaussures (parfois les chaussures orthopédiques), afin d'assurer une distribution uniforme des contraintes mécaniques en charge [31].

L'empreinte de référence (Figure 9) montre l'empreinte du talon postérieur ovoïde car l'appui y est plus marqué [39]. L'isthme est la zone d'appui du médio pied (arche latérale). Le bord externe est légèrement concave en dehors, sa largeur représente environ le tiers de la largeur de la zone d'appui de l'avant pied. La zone d'appui située sous les articulations métatarso-phalangiennes est la plus large (bande métatarsienne ou talon antérieur). Les pulpes des orteils ont toutes une zone d'appui ovalaire, à distance et en avant de la bande métatarsienne.



**Figure 9 : Assise plantaire de référence. a : Pulpe d'orteil ; b : talon antérieur ou bande métatarsienne ; c : isthme ; d : talon postérieur. [40]**

Dans notre série, l'examen au podoscope n'a pas été réalisé.

#### 4. Diagnostic radiologique :

Les examens radiologiques ne sont pas indispensables pour le diagnostic. Ils peuvent tout au plus servir d'élément de comparaison pour suivre l'évolution et notamment dans le cadre du bilan préopératoire.

Au niveau du pied, les radiographies confirment le varus ou le valgus, montrent les déformations des orteils, aussi utilisées afin de surveiller l'affaissement de l'arche médial.

Notons que 23 de nos patients ont eu une radiographie des pieds affectés face et profil. Ces clichés servent surtout de référence pour juger de l'évolutivité des lésions.

## 5. Analyse des déformations :

### 5.1 Au niveau du pied :

Au terme de ce bilan, on peut individualiser des déformations du pied qui sont souvent associées entre elles et toujours en rapport avec les anomalies adjacentes. Toutefois, pour des raisons didactiques, nous allons les présenter individuellement :

#### a. Pied équin :

Il est défini comme une flexion plantaire excessive de la cheville. C'est la déformation la plus fréquente du pied du paralysé cérébral.

P.A. O'Connell et Al. trouvent que 70% des déformations des pieds étudiés comportent un équin [20].

Dans notre étude, l'équin représente 60% des cas.

On peut schématiquement distinguer le pied équin dynamique, le pied équin fixé sans trop de déviation de l'arrière-pied et l'équin de l'arrière-pied associé à des désordres ostéo-articulaires avec varus ou valgus calcanéen :

#### ➤ *Pied équin dynamique :*

Le pied équin dynamique s'observe dans les formes spastiques. L'équin, traduction de l'hypertonie tricipitale, est visible lors de la marche, mais il disparaît à l'arrêt (Figure 10). On retrouve une spasticité touchant le triceps, souvent objectivée par un clonus du pied. La flexion dorsale passive de la cheville, genou tendu, est normale. L'équin dynamique s'observe chez l'enfant jeune avant que les rétractions musculaires n'apparaissent au cours de la croissance, mais il peut aussi persister tardivement dans les formes à spasticité modérée.

➤ *Pied équin fixé :*

Il apparaît secondairement, même si des traitements adaptés ont été correctement réalisés. La brièveté musculaire et la rétraction des aponévroses limitent la flexion dorsale de la cheville (Figure 11). Il faut distinguer la rétraction globale, touchant les trois chefs du triceps, de la rétraction sélective des jumeaux, souvent plus précoce. La recherche de la flexion dorsale se fait genou étendu et genou fléchi : si l'équin se corrige en fléchissant le genou, gastrocnémiens détendus, il s'agit d'une brièveté sélective de ceux-ci, s'il ne se corrige pas, c'est qu'il existe une rétraction globale.

➤ *Equin de l'arrière-pied associé à des désordres ostéo-articulaires :*

L'équin fixé est rarement isolé. Le tendon calcanéen prend la corde en augmentant le valgus calcanéen physiologique sous l'effet du poids du corps lors de la verticalisation ou à l'inverse, en augmentant le varus créé par la spasticité de muscles varisants. A plus ou moins long terme, la croissance ostéo-articulaire va être perturbée sous l'effet de la spasticité, de l'équin et du poids du corps. Les rapports articulaires normaux sont perturbés et des déformations osseuses apparaissent.



**Figure 10 : Pied équin dynamique. [26]**      **Figure 11 : Pied gauche équin fixé.**

**b. Pied varus :**

Dans cette déformation (Figure 12) il y a un déséquilibre entre les muscles inverseurs (jambier antérieur, jambier postérieur et triceps) et les muscles éverseurs (péroniers latéraux). Elle entraîne une instabilité du pied en charge, un steppage en phase oscillante de la marche et parfois des difficultés de chaussage.

Notre étude a montré que la déformation en varus est la plus fréquente après l'équin avec 24% des cas, en particulier chez les diplégiques. Ceci est en accord avec la plupart des études qui montrent que la déformation associée à l'équin la plus fréquente est le varus [20].

**c. Pied valgus :**

Cette déformation (Figure 13) est due à un déséquilibre entre un triceps hyperactif avec un jambier postérieur faible et des muscles péroniers spastiques. Elle est souvent associée à un équin de l'arrière-pied et une cassure médiotarsienne et parfois un hallux valgus.

Toutes les études publiées montrent que la déformation en valgus est beaucoup plus fréquente chez le diplégique [41]. P.A. O'Connell et al. ont trouvé que 42% des diplégiques qu'ils ont étudiés ont une déformation en valgus.

Les résultats que nous avons obtenus concordent avec ceux précédemment cités. En effet, la déformation en valgus représente 16% des cas avec une proportion de 6 cas diplégiques et 1 cas hémiparalysé.

**d. Pied talus :**

Il se définit comme une flexion dorsale excessive de l'articulation talocrurale alors que le pied peut avoir un appui plantigrade (Figure 14). Il peut être lié à une grande faiblesse constitutionnelle du triceps ou être iatrogène, suite à un allongement du tendon d'Achille trop important. Dans les deux cas, l'avancée excessive du tibia lors de la marche entraîne un flessum du genou et de la hanche, réalisant une attitude en triple flexion.

Au cours de notre étude, nous n'avons noté aucun cas de pied talus. Ceci s'explique par le fait que le pied talus primitif est extrêmement rare et que la plupart des cas décrits dans la littérature sont iatrogènes.

e. **Pied creux :**

Il est exceptionnel et s'observe le plus souvent après un allongement du tendon d'Achille trop important. Dans le système calcanééo-achilléo-plantaire, les muscles intrinsèques deviennent alors prédominants par rapport au triceps affaibli [42].

Nous n'avons recensé aucun cas sur notre série de 41 enfants.

f. **L'avant-pied : [43]**

Il peut être dévié dans le plan horizontal : en adduction, abduction ou supination. Les déformations de l'avant-pied peuvent être globales secondaires à la déformation de l'arrière-pied ou localisées aux orteils :

- ✚ *dorsal bunion* (durillon à la face dorsale de l'articulation métatarso-phalangienne de l'hallux) primitif ou secondaire à une supination de l'avant-pied.
- ✚ *hallux valgus* : conséquence d'un metatarsus adductus et d'un déséquilibre musculaire du premier rayon ou par déformation acquise après une marche en équin global avec abduction de l'avant-pied (Figure 15).

Dans notre étude, 2 cas avaient un hallux valgus au moment du diagnostic et 3 cas ont présenté un pied plat avec hallux valgus après correction chirurgicale de l'équin.



**Figure 12: Pied bot varus équin.**



**Figure 13 : Pied valgus. [26]**



**Figure 14 : Pied talus iatrogène. [26]**



**Figure 15: Hallux valgus.**

5.2 Au niveau des articulations sus-jacentes :

Comme nous l'avons dit, l'examen doit intégrer la déformation du pied dans le schéma moteur général de l'enfant, car celle-ci peut entraîner des déformations compensatrices sus-jacentes et vice versa. D'ailleurs, dans notre étude de 41 cas présentant des déformations des pieds, 66% présentaient également d'autres anomalies orthopédiques.

a. Au niveau des genoux : [44]

**Flessum des genoux et attitude en triple flexion** : cette déformation peut être due à une hypertonie/rétraction des ischio-jambiers, ou à une hypertonie/rétraction des fléchisseurs de la hanche compensée par un genou flessum ou une faiblesse du muscle triceps imposant un genou flessum compensateur. Tous ces facteurs sont à considérer pour un traitement global en un temps de cette attitude en triple flexion.

**Hyper extension et démarche en genou raide** : la spasticité du droit antérieur diminue ou empêche la flexion du genou pendant la phase oscillante de la marche, et se traduit par une démarche jambe raide avec difficulté au passage du pas. Elle est souvent iatrogène suite à un allongement important des ischio-jambiers en présence d'un droit antérieur spastique.

b. Au niveau de la hanche : [44]

**Raideur en extension** : surtout chez le quadriplégique, elle empêche la station assise en raison de la perte de flexion de la hanche.

**Flessum de la hanche** : dû à une rétraction/contraction des muscles fléchisseurs de hanche (psoas iliaque, iliaque, tenseur, droit antérieur).

**L'adduction de hanche** : elle est due à des contractions sur les adducteurs de hanches courts et/ou longs. Elle entraîne la marche en ciseaux et prédispose à la dysplasie de hanche.

**Hanche en rotation interne** : résulte d'une persistance anormale d'antéversion excessive des extrémités supérieures du fémur. Elle peut être associée à une hyperactivité des rotateurs internes de la hanche.

### 5.3 Au niveau du rachis : [45]

Elles surviennent essentiellement chez l'enfant quadriplégique. Deux types de déformations sont en pratique rencontrées : celles où le profil est le plus perturbé (cyphose, hyperlordose) ; et celles où la déformation est tridimensionnelle (scoliose). L'examen du tronc doit faire la part entre les raideurs passives structurales et les limitations liées aux contractions parasites.

### 5.4 Au niveau du membre supérieur

L'atteinte survient dans la plupart des cas chez les quadriplégiques.

Notre étude a montré que l'atteinte du genou et du membre supérieur sont les déformations associées les plus fréquentes suivi de la hanche : elles ont été retrouvées respectivement chez 18 cas, 16 cas et 7 cas, ce qui rejoint les résultats publiés [46]. Par ailleurs, une atteinte du rachis a été notée chez 2 cas.

### **III. Prise en charge thérapeutique: [26] [47]**

La lésion cérébrale étant définitive, le traitement n'aura aucune influence sur elle. Les anomalies secondaires étant évolutives, c'est à ce niveau que les moyens thérapeutiques auront une chance d'être efficaces.

L'objectif principal du traitement est d'offrir une autonomie maximale à chaque enfant en améliorant sa motricité et sa mobilité.

La collaboration avec la famille est fondamentale dans toute prise en charge au long cours. Il est important de fixer avec elle des objectifs réalistes en fonction des capacités de leur enfant pour diriger au mieux le traitement et aussi pour éviter les désillusions ou le découragement de l'enfant et de l'équipe thérapeutique face à des attentes disproportionnées. La famille joue donc un rôle de partenaire actif ainsi chaque programme de réhabilitation devrait inclure des activités à effectuer dans le cadre familial [48].

Les enfants atteints de PC présentant des déformations du pied doivent être examinés pour évaluer la flexibilité et la réductibilité de la déformation afin de déterminer le traitement approprié [32].

## **1. Traitement médical (Injections de toxine botulique): [49] [50] [51] [52] :**

C'est le traitement médical le plus utilisé actuellement. La toxine botulique permet une véritable neurectomie chimique. Elle agit au niveau de la plaque motrice en inhibant temporairement toute possibilité de transmission par blocage de la libération de l'acétylcholine.

Son action est locale et aboutit à une paralysie temporaire du muscle injecté, permettant d'en limiter l'action nocive, de renforcer les muscles antagonistes et de gagner sur les amplitudes articulaires.

Les doses utilisés varient en fonction de la taille du muscle cible et du poids. Chez l'enfant une dose maximale de 400 unités est conseillée. Néanmoins les doses utilisées sont extrêmement variable : de 2 unités /kg jusqu'à plus de 20 unités/kg. L'administration se fait par injection intra-musculaire sous légère sédation. Les muscles sont repérés par palpation, par électrostimulation ou par électromyographie.

Les muscles triceps suraux, le muscle long fibulaire et le jambier postérieur, peuvent être une cible thérapeutique précoce chez les patients atteints de PC ayant consécutivement un pied équin, un pied plat valgus et un pied varus. Après l'injection, il est indispensable d'augmenter l'intensité de la rééducation pour optimiser au maximum les nouvelles conditions de fonctionnement musculaire.

Les injections précoces de toxine botulique dans ces muscles hyperactifs peuvent offrir des avantages cliniques tels que la réduction du risque d'intervention chirurgicale récurrente, l'amélioration de la tolérance aux orthèses, la réduction de la douleur du pied pendant la marche, la restauration de l'équilibre musculaire pendant la croissance et la prévention d'une progression vers une déformation fixe.

L'effet apparait en 3 à 10 jours et augmente progressivement jusqu'à la 3-4<sup>ème</sup> semaine. Il atteint là un plateau qui diminuera progressivement dans le temps.

Les effets secondaires rares et mineurs (à type de syndrome pseudo grippal, de crampes, de douleurs abdominales, de diarrhée, de fatigue général, etc.) sont régressifs en quelques jours. L'amyotrophie a été signalée à long terme. En cas de dosage trop important, une faiblesse musculaire excessive transitoire est possible.

Les premiers résultats du traitement par toxine botulique chez l'enfant IMC ont été publiés en 1994 [53]. L'équin du pied étant la déformation la plus fréquente, l'AMM est donné initialement pour les gastrocnémiens. Mais tous les praticiens s'accordent actuellement pour penser que la prise en charge doit être globale, en considérant le membre inférieur dans son ensemble, ce qui conduit à injecter les autres muscles participants à la déformation, classiquement jusqu'à 4 groupes musculaires [26] [50].

Cosgrove et coll. [54] ont publié une étude dans laquelle ils ont évalué l'action de la toxine botulique chez 26 patients PC présentant des contractions dynamiques du membre inférieur. Les muscles injectés ont été choisis en fonction de l'examen clinique et de l'analyse de la marche chez les enfants ambulants. Les effets de l'injection ont été contrôlés selon le même type d'évaluation (clinique et analyse de la marche). Dans cette étude, tous les patients à l'exception d'un seul ont présenté une diminution du tonus survenant après environ 3 jours et se maintenant 2 à 4 mois. Ils ont noté également des améliorations de la marche et de la cinématique sur le plan sagittal.

Une étude faite par Gage [55] concernant 17 enfants porteurs d'IMOC ont bénéficié d'une injection de toxine botulique, a montré que presque 70.5% (12 enfants) ont eu une bonne amélioration dont 4 avec une excellente amélioration et 8 avec une amélioration modérée.

Une étude rétrospective (entre janvier 2007 et juin 2010) [56], a été portée sur 16 enfants, atteints de PC, traités par injections de toxine botulique. Il a été conclu que les injections de toxine botulique dans le long fibulaire semblent avoir une action thérapeutique

sur l'avant et le médio-pied, ceci améliore cliniquement le valgus de l'arrière-pied sans agir sur la flexion dorsale du calcanéum qui dépend du complexe tricipitale.

Une étude prospective sur 5 ans [57], incluant 115 enfants spastiques traités par des injections de toxine botulique menée à l'institut national de neurologie de Tunis, a révélé que le pourcentage d'amélioration était supérieur à 50 % pour la plupart des patients. La spasticité évaluée par le score d'Ashworth était significativement abaissée pour la majorité des muscles injectés.

Au cours de notre étude, 1 seul cas a été traité par la toxine botulique (3 injections avec un intervalle d'un an). Cet essai s'est malheureusement soldé par un échec et a été repris chirurgicalement. Cette technique encore coûteuse, est peu utilisée dans notre contexte en particulier à cause du manque de moyens de nos patients.

## **2. Traitement orthopédique :**

Le traitement initial du pied chez les jeunes patients (moins de 8 ans) présentant une PC est basé essentiellement sur la rééducation et les orthèses cheville-pied.

### **2.1 Rééducation : [26] [58]**

C'est le traitement de base du paralysé cérébral. Elle doit débuter tôt pour que la plasticité cérébrale puisse permettre autant que possible, une réorganisation neuronale tentant à suppléer les schémas moteurs déficients.

Elle doit être poursuivie pendant toute la croissance pour lutter contre les troubles orthopédiques qui s'installent en raison de l'inadéquation entre la croissance musculaire et la croissance osseuse.

Les objectifs de la kinésithérapie sont :

- Lutte contre l'enraidissement musculaire et articulaire.
- Amélioration de la qualité de la motricité des muscles intrinsèques et extrinsèques.
- Education perceptive plantaire.
- Qualité des prises d'appui plantaires en station assise.
- Efficacité et rapidité des transferts d'appui debout et dans la marche.
- Amélioration des réactions d'équilibration debout.
- Organisation motrice des réactions fonctionnelles comme l'accroupissement, la montée et la descente des marches, la course, la station unipodale et le saut.
- Enfin, la préparation à la chirurgie et le maintien des résultats après l'intervention.

Chez le tout jeune enfant, la rééducation doit être globale plus qu'analytique, en essayant d'inhiber les schémas moteurs pathologiques et en facilitant les schémas moteurs normaux. Pour pouvoir marcher, il faut d'abord tenir debout et acquérir l'équilibre. Les déformations du pied, non fixées à cet âge, ne sont pas au premier plan des préoccupations, même si un positionnement correct est indispensable pour retarder l'apparition de celles-ci.

Avant que les rétractions n'apparaissent, ou dès le début de leur installation, il faut pratiquer une rééducation plus analytique avec des étirements des muscles courts et des renforcements des muscles faibles pour éviter que la situation ne s'aggrave.

Les étirements du triceps doivent se faire après correction du valgus ou du varus de l'arrière-pied pour avoir une action efficace sur le muscle à étirer et éviter une « cassure » au niveau du médio-pied, créant un pied convexe. Il en est de même pour les étirements du muscle tibial postérieur ou des muscles fibulaires.

Les parents doivent assister à la séance de rééducation et apprendre quelques gestes simples qu'ils pourront reproduire de façon pluri-quotidienne à domicile.

La verticalisation est indispensable très tôt, même chez des enfants dont le pronostic de marche est réservé. En effet, la morphogénèse et la croissance osseuse sont sous la dépendance de la station érigée. Celle-ci doit être réalisée avec un positionnement orthopédique correct pour se rapprocher des conditions normales. Le poids du corps pouvant entraîner un effondrement de la voûte plantaire d'un pied mal stabilisé par des muscles trop forts ou trop faibles, la contention par une chaussure avec soutien de voûte et bon maintien de l'arrière-pied est indispensable.

La rééducation fait appel aux techniques classiques, mais doit aussi intégrer les données de la neurologie et les principes du développement neuromoteur de l'enfant.

Pour l'enfant plus grand, une transition entre la rééducation conventionnelle et une rééducation plus ludique et récréative, comme des sports adaptés comme la natation, est généralement accueillie avec enthousiasme par les enfants et cela permet une confrontation à leurs pairs, d'une part, et, d'autre part, une meilleure observance.

Malheureusement, la rééducation ne peut prétendre à corriger la déformation, et elle doit être aidée par des traitements complémentaires : appareillages, toxine botulique ou chirurgie [59].

## **2.2 Les appareillages :**

Tout appareillage doit être bien adapté, confortable, sans douleur pour être toléré et accepté par l'enfant et sa famille [60].

C'est un traitement complémentaire de la rééducation qui a deux buts : le maintien du pied en position la plus anatomique possible et l'aide fonctionnelle à la station debout et à la marche [59]. De plus, le temps de la rééducation étant limité, la contention orthopédique vient compléter la durée des étirements musculaires par une posture en position non raccourcie. Les moyens utilisés sont nombreux :

➤ *Les orthèses [32] [61] :*

L'approche optimale est de soutenir la cheville avec des orthèses, en commençant par une orthèse cheville-pied solide (AFO) pour les marcheurs sur la pointe des pieds avec équin dynamique. Elle permet d'améliorer ou de maintenir la déformation. Lorsque l'enfant commence à marcher et à prendre plus de poids, une AFO articulée est utilisée pour permettre la dorsiflexion de la cheville et pour prévenir la flexion plantaire de la cheville.

Les AFO articulées fonctionnent aussi longtemps que l'enfant ne tombe pas dans une position sévère accroupie, et sont également indiquées chez les patients présentant un genu recurvatum en raison d'une contracture du gastrocnémien.

Les AFO articulées ne fonctionnent pas bien pour les patients ayant un pied plat valgus sévère, et la raison est que le mouvement de la cheville ne peut pas être séparé du mouvement sous-talien, ce qui provoque une sévère dégradation de la peau due à une pression élevée.

La torsion tibiale externe peut être traitée à l'aide d'orthèses si elle provient principalement de la déformation du pied. En cas de torsion tibiale externe de plus de 20 ° provoquant des problèmes de marche, une dérotation tibiale est indiquée [38].

Les options et les indications des orthèses plantaires deviennent variables chez les patients plus âgés en fonction de la sévérité de la déformation et le niveau fonctionnel.

Les patients qui peuvent contrôler la dorsiflexion et la flexion plantaire de la cheville peuvent être traités avec des orthèses supramalléolaires.

Quand une démarche accroupie se développe en raison de l'augmentation de la flexion du genou et de la dorsiflexion de la cheville en phase d'appui, l'AFO solide peut être utilisée avec des sangles larges. Cette orthèse devient moins utile lorsque le patient prend du poids (plus de 25 kg); par conséquent, une orthèse cheville-pied à effet de sol (GRAFO) est utilisée.

Pour bénéficier de cette orthèse, une dorsiflexion neutre de la cheville doit être réalisée lorsque le genou est en extension sans rotation entre les axes du pied et du genou.

Les GRAFO sont plus efficaces quand l'enfant devient plus lourd mais il doit être plus fort.

Les GRAFO articulées permettent la flexion plantaire de la cheville et préviennent la dorsiflexion et elles sont indiquées principalement lors de la rééducation postopératoire.

➤ ***Les semelles moulées et les chaussures sur mesure :***

Il ne faut pas s'attendre à une correction de l'attitude pathologique du pied. Les semelles et chaussures sont proposées à titre palliatif avec les objectifs suivants :

- Répartir les appuis, limiter les frottements et favoriser le confort du pied dans la chaussure.
- Fournir une surface d'appui fonctionnelle sous la semelle et induire une position du membre inférieur adaptée aux capacités d'équilibration sus-jacentes.
- Pallier la précarité des réactions d'équilibration distale et prévenir le risque d'entorse de la cheville.
- Positionner la cheville et le pied pour limiter les attitudes compensatrices sus-jacentes.

**Les semelles ou les chaussons moulés** peuvent être placés dans les chaussures du commerce, en particulier de type randonnée, dans les chaussures thérapeutiques de série ou dans les chaussures orthopédiques sur mesure.

Elles ont un intérêt limité en tant que traitement des troubles statiques liés à la spasticité, mais, dans les formes modérées, en fin de croissance ou chez l'adulte, elles peuvent être utiles comme soutien d'une voûte modérément affaissée. Chez l'enfant jeune qui commence à marcher, on peut aider à la correction d'un pied valgus ou varus en utilisant une héli-semelle collée sous la chaussure pour rééquilibrer le pied lors de l'appui.

Les semelles orthopédiques ne corrigent pas complètement le pied, mais elles permettent de le remettre dans l'axe et d'éviter que la déformation ne s'aggrave.

*Les chaussures* doivent avoir trois qualités fondamentales : Un avant-pied souple ne gênant pas le déroulement du pas au cours du troisième pivot, un contrefort solide voire montant, et une fermeture bien ajustée au cou du pied, stabilisant l'articulation sous-talienne afin de pallier à l'instabilité engendrée par la précarité des réactions distales d'équilibration.

L'indication essentielle des chaussures orthopédiques reste celle des pieds que l'on veut chausser pour autoriser l'appui, mais qui sont trop déformés pour envisager une correction chirurgicale efficace.



**Figure 16 : Chausson moulé correcteur d'éversion seul et placé dans une chaussure orthopédique. [58]**

➤ *Les aides techniques :*

Elles doivent être citées car l'étude du pied du paralysé cérébral est indissociable de la marche ou de la déambulation de l'enfant. Les déambulateurs, les aides de marche (cannes tripodes, anglaises ou simples) sont autant de moyens qui peuvent rendre possible un déplacement et interférer sur le positionnement et les possibilités fonctionnelles du pied.

Dans notre série :

100% de nos patients ont bénéficié d'une rééducation : seule, avant et/ou après une cure chirurgicale.

Malheureusement, la rééducation à elle seule ne suffit pas dans certaines formes, elle doit être aidée par des traitements orthopédiques complémentaires : appareillages, chaussages, plâtres en série.

5% (2 cas) de nos patients ont reçu un traitement orthopédique seul. Il s'agissait d'un patient présentant une atteinte isolée et légère des pieds, et d'un patient quadriplégique grabataire au potentiel de marche incertain. Cette attitude se justifie par le fait qu'il n'y a pas lieu de corriger chirurgicalement un pied qui ne sera de toute façon pas utilisé [46].

### **3. Traitement chirurgical :**

#### **3.1 Principes généraux : [62] [63] [64] [65]**

Le traitement chirurgical est un des moyens thérapeutiques utilisés pour corriger les déformations orthopédiques qui surviennent dans le cadre de la paralysie cérébrale spastique.

Le but du traitement est d'obtenir une correction sur le plan de l'architecture ostéo-articulaire du pied et sur le plan de l'équilibre tendino-musculaire, afin d'établir un pied plantigrade stable et d'améliorer les capacités fonctionnelles telles que la marche et la station debout.

La chirurgie orthopédique est régie par des principes généraux qui sont :

- La chirurgie de la PC n'est pas une chirurgie d'urgence.
- La chirurgie de la PC doit être une chirurgie à visée fonctionnelle et non pas une chirurgie morphologique.
- La chirurgie de la PC doit être réalisée par une équipe spécialisée autant pour la réalisation technique que pour le suivi et la rééducation postopératoire.
- La chirurgie de la PC peut être très utile si elle répond à ces précédentes conditions. Les gestes doivent être réalisés avec prudence et leur indication doit être discutée en consultation pluridisciplinaire.
- La chirurgie doit être envisagée quand les traitements conservateurs ne sont plus efficaces.

Elle a trois sites d'action possibles : le nerf, le muscle et le squelette, en fonction du stade physiopathologique de la déformation :

- Chirurgie neurologique au stade d'hypertonie.
- Chirurgie musculo-tendineuse au stade de trouble de croissance du muscle.
- Chirurgie ostéo-articulaire pour corriger les déformations fixées, en fin de croissance.

### 3.2 Chirurgie multi-sites : [66] [67] [68]

Actuellement, il semble logique de corriger par une chirurgie multi-sites en un seul temps toutes les déformations orthopédiques nécessitant une correction par geste tendineux, osseux ou neurochirurgical, car toute modification à un seul niveau ne peut conduire qu'à la création d'un déséquilibre global, avec pour conséquence le retour à l'état antérieur. Cette chirurgie en un temps permet de diminuer les hospitalisations itératives au cours de l'enfance, avec pour conséquence une diminution du coût économique et du retentissement sur la vie familiale, scolaire et sociale.

Le but de l'intervention est d'éviter la dégradation, améliorer les capacités fonctionnelles ainsi que l'esthétique de la marche.

Cette chirurgie est principalement réalisée chez un enfant marchant, c'est-à-dire avec un GMFCS I ou II voire III plus rarement [69].

La chirurgie multi-sites en un temps est pour nous une approche thérapeutique qui a profondément modifié la prise en charge des enfants PC marchants ou déambulant. Cette technique nécessite un certain nombre de conditions indispensables : une bonne connaissance de la marche normale, une bonne interprétation des données fournies par l'AQM, une équipe chirurgicale suffisante pour pouvoir opérer à deux équipes, une collaboration avec les centres de rééducation qui doivent être habitués à ce type de prise en charge.

Une étude faite à Oxford Gait Laboratory [70] en 2018 a identifié que le candidat idéal pour la chirurgie multi-sites doit être un enfant âgé de 10 à 12 ans, classé dans le niveau II du GMFCS.

Une étude rétrospective [71] ayant pour objectif d'étudier la sécurité à long terme de la chirurgie multi-sites, portée sur 231 enfants atteints de paralysie cérébrale, a objectivé que 76,6% (171 cas) ont eu une amélioration significative et maintenue de la cinématique de la marche pendant 9 ans après la chirurgie.

Dans notre série, 12 patients ont bénéficié d'une chirurgie multi-sites. Tous ont été satisfaits du résultat de cette intervention.

### **3.3 Chirurgie du pied équin :**

#### **a. Pied équin dynamique :**

Le pied équin direct dynamique, par hypertonie pure, sans triceps court, représente l'indication idéale à la chirurgie des nerfs périphériques, quand la rééducation et l'appareillage ne permettent plus d'assurer une amélioration de l'enfant [14] [25].

La neuroclaspie ou la neurotomie ont le même but [72]. Elles permettent par voie chirurgicale d'écraser le nerf moteur. On assiste secondairement en une moyenne de 18 mois à une réapparition de la motricité du muscle et à un certain degré de spasticité.

Pour ces deux méthodes, la paralysie temporaire du muscle doit permettre par la rééducation de gagner sur la longueur musculaire et de renforcer ses antagonistes.

Dans leur principe, les neurotomies périphériques consistent en une section partielle des collatérales musculaires du ou des muscles où siège une spasticité jugée excessive. Cette section partielle intéresse les fibres afférentes à la moelle et notamment les grosses fibres myélinisées IA qui sont le support du réflexe myotatique et dont l'interruption fait disparaître la spasticité. En contrepartie, la section intéresse également les axones des motoneurones et réalise ainsi une dénervation importante du muscle correspondant.

Les neurotomies permettent donc de supprimer la spasticité du muscle intéressé sans paralysie de sa commande motrice à moyen et à long terme.

P. Lebarbier [73] a effectué une étude portant sur des pieds équins dynamiques traités par neurotomie des jumeaux chez 42 enfants IMC et a obtenu 61% de bons ou très bons résultats et 19% de résultats insuffisants ou nuls. Ces résultats ont été meilleurs chez l'hémiplégique que chez le quadriplégique et sans complications majeures à l'exception de 2 pieds qui ont présenté un talus légers et temporaires.

Une étude [74] a été réalisée concernant la neurotomie du nerf tibial postérieur chez des enfants PC présentant des pieds équins dynamiques. Cette chirurgie a entraîné une stabilité du pied en phase d'appui, une amélioration fonctionnelle lors de la marche, une diminution de la spasticité du triceps sural et surtout une bonne satisfaction du patient.

Ces différentes études montrent l'intérêt de la chirurgie nerveuse dans le traitement du pied équin dynamique, mais à condition que l'indication soit posée de façon précise. Cependant, la comparaison de ce type d'interventions avec une chirurgie purement orthopédique, montre peu de différences en termes de résultats sur la fonction [54].

Dans notre série, aucun patient n'a bénéficié d'une chirurgie nerveuse.

**b. Pied équin direct fixé :**

Il est lié à un mélange d'hypertonie et surtout de rétraction qui est prédominante. Il est traité par allongement du triceps qui peut se faire par allongement du tendon d'Achille (ATA) ou par aponévrotomie des jumeaux.

La manœuvre de Silverskiöld permet de choisir entre ces deux méthodes. Si l'équin se corrige genou fléchi, on peut réaliser une aponévrotomie des jumeaux ; si l'équin ne se corrige pas, il faut discuter un allongement du tendon d'Achille.

Ces 2 techniques ont pour objectif de réduire l'équin et d'assurer un appui plantigrade.

**b.1 Aponévrotomie des gastrocnémiens :**

L'aponévrotomie isolée des jumeaux consiste en une section transversale de leur lame aponévrotique, après l'avoir désolidarisée du soléaire [75] [76]. Il peut se faire selon la technique de Vulpius [77], soit par ténotomie basse selon la technique de Strayer [78] ou par la technique de Baker. Ces techniques permettent de corriger l'équin sans risque d'excès car le soléaire sert de garde-fou contre le talus. L'intervention est pratiquée par une courte incision à la face postéro-interne du mollet, à cheval sur la terminaison du galbe de celui-ci. La lame tendineuse terminale est sectionnée aux ciseaux après repérage du nerf saphène externe.

Strayer y ajoute toutefois une suture de la partie proximale de l'aponévrose au soléaire sous-jacent, une fois l'allongement réalisé (Figure 17A).

Baker préfère un allongement en U de l'aponévrose des gastrocnémiens, permettant ainsi de suturer l'aponévrose à elle-même, limitant l'effet d'hyper correction à long terme (Figure 17B).

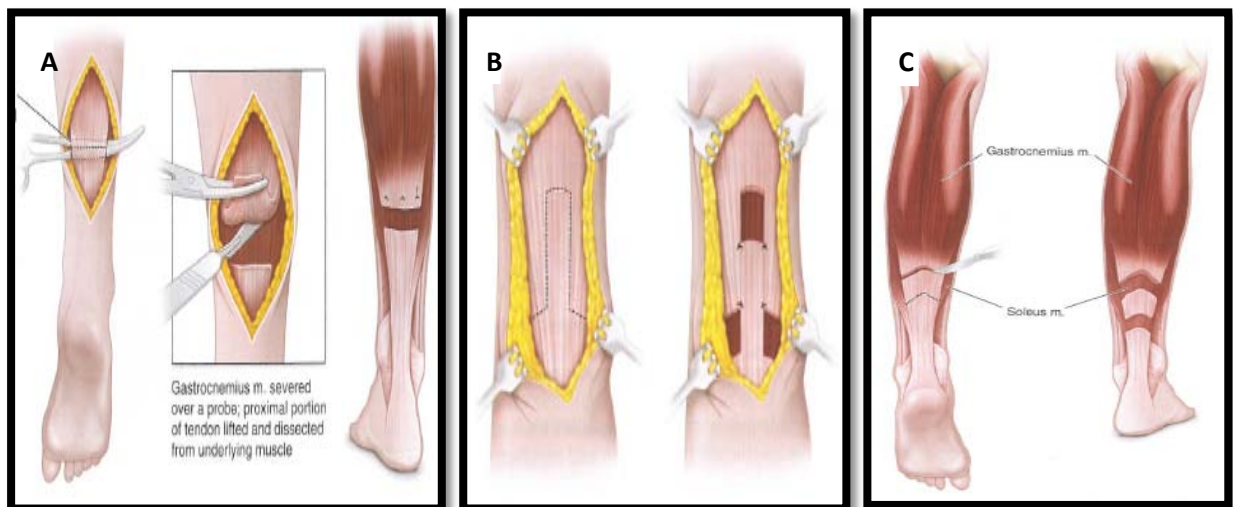
Quant à Vulpius, il cherche au contraire un effet d'allongement supplémentaire, tout en voulant respecter le tendon d'Achille : l'aponévrose des gastrocnémiens est sectionnée en chevrons à deux niveaux, puis le raphé médian du soléaire, qui est sagittal, est coupé d'arrière en avant. Toutes les structures fibreuses du triceps sural sont ainsi supprimées, mais les fibres musculaires du soléaire restent intactes (Figure 17C).

Si en fin d'intervention la correction semble limitée, on peut s'aider d'une aponévrotomie du soléaire pour parfaire le résultat.

Le pied peut alors être parfaitement ramené à angle droit, confirmant la correction de l'équin. Un plâtre cruro-pédieux est laissé en place pendant trois semaines, période à l'issue de laquelle on fera un sevrage progressif de l'immobilisation, pendant que la rééducation sera

débutée. Il est souhaitable de prescrire des attelles de posture nocturne, pendant 6 mois à 1 an après l'intervention.

M.Tylkowski au cours de son étude [79] visant à évaluer les résultats de l'aponévrotomie des gastrocnémiens, a conclu que cette procédure lorsqu'elle est bien indiquée, permet d'obtenir un pied plantigrade sans risque de surcorrection.



**Figure 17 : Illustration de l'aponévrotomie des jumeaux : A selon Strayer ; B : selon Baker ; C : selon Vulpius [76].**



**Figure 18 : Aponévrotomie des jumeaux.**

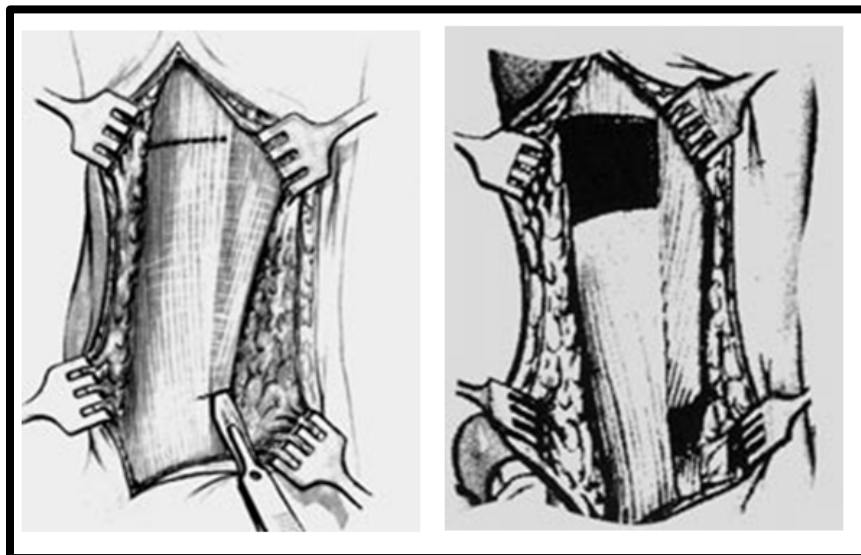
**b.2 Allongement du tendon d'Achille :**

L'ATA touche simultanément aux deux muscles : jumeaux et soléaire [5] [26] [75] [80]:

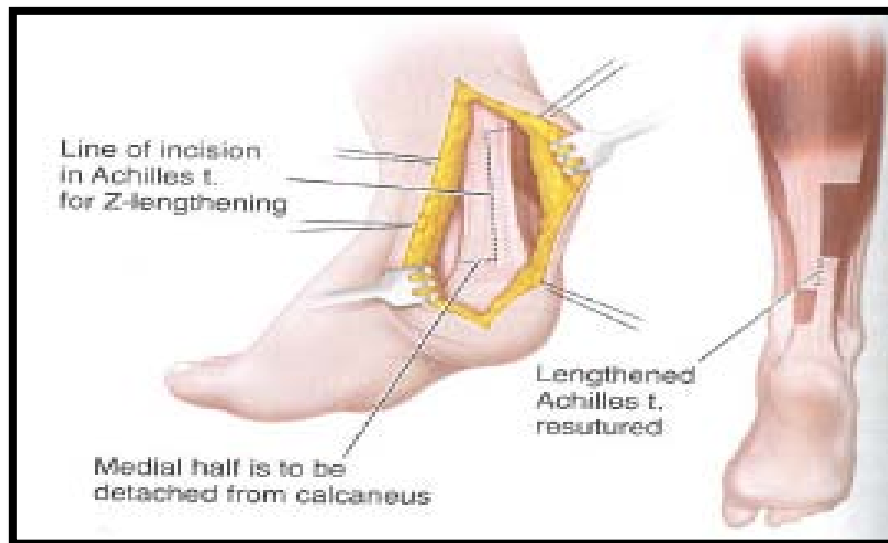
- ✓ Les allongements du tendon d'Achille à ciel ouvert :

En 1943 White décrit l'allongement tendineux d'Achille par glissement, à ciel ouvert. Il réalise deux hémi ténotomies transversales, supérieure externe et inférieure interne. L'allongement est obtenu par glissement, en portant progressivement le pied en flexion dorsale (Figure 19). L'enfant est ensuite immobilisé dans une botte plâtrée durant 6 semaines, l'appui étant autorisé.

Dans le même temps, l'allongement en Z fait son apparition, nécessitant en plus des deux hémisections transversales, une section longitudinale avec suture du tendon une fois l'allongement réalisé (Figure 20). Très rapidement cette méthode est accusée d'entraîner des hyper corrections, si néfastes dans les étiologies neurologiques. Ces hyper corrections provenaient probablement de la difficulté à régler la longueur strictement suffisante de l'allongement, ou de la survenue potentielle d'un cal fibreux d'allongement, responsables à terme d'une dégradation du résultat.



**Figure 19 : Allongement à ciel ouvert par glissement selon White. [76]**



**Figure 20 : Allongement en Z du tendon d'Achille. [76]**

- ✓ Les allongements du tendon d'Achille par voie percutanée : [75]

White, précurseur de l'allongement par glissement à ciel ouvert, a préconisé la réalisation de ce geste de façon percutanée, toutefois déjà cité et utilisé par H Judet dans les années 1920.

La technique chirurgicale est identique à celle décrite à ciel ouvert : Hémisection transversale interne basse, juste au-dessus de l'insertion calcanéenne, et hémisection transversale externe haute (Figure 21A).

La manipulation du bistouri doit être prudente, car l'hémisection se fait à l'aveugle. L'utilisation d'une lame de bistouri de taille N° 11 est préconisée, et il est recommandé d'émousser la partie proximale de la lame afin d'éviter une section complète accidentelle du tendon. La ténotomie a lieu d'avant en arrière. La mise en flexion dorsale de la cheville est progressive et douce, en vérifiant périodiquement par la palpation appuyée des muscles, la continuité du tendon (Figure 21B).

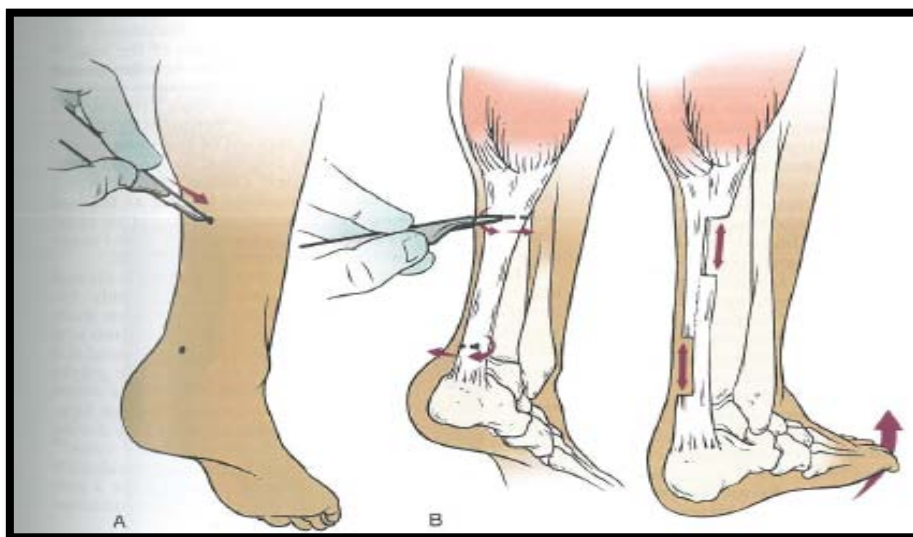
Une botte plâtrée est mise en place durant 6 semaines, l'appui étant autorisé.

Hoke a modifié la technique en adjoignant une deuxième hémisection interne. De nombreuses études ont rapporté un taux supérieur de ruptures iatrogènes avec cette méthode utilisant trois hémisections, sans que le gain en terme de résultat soit supérieur.

Les avantages de cette chirurgie percutanée sont nombreux : moindre rançon cicatricielle, temps opératoire réduit, séquence parfois réalisée en unité ambulatoire, taux de complication faible, et quasi disparition des hyper corrections souvent observées avec les allongements en Z à ciel ouvert.

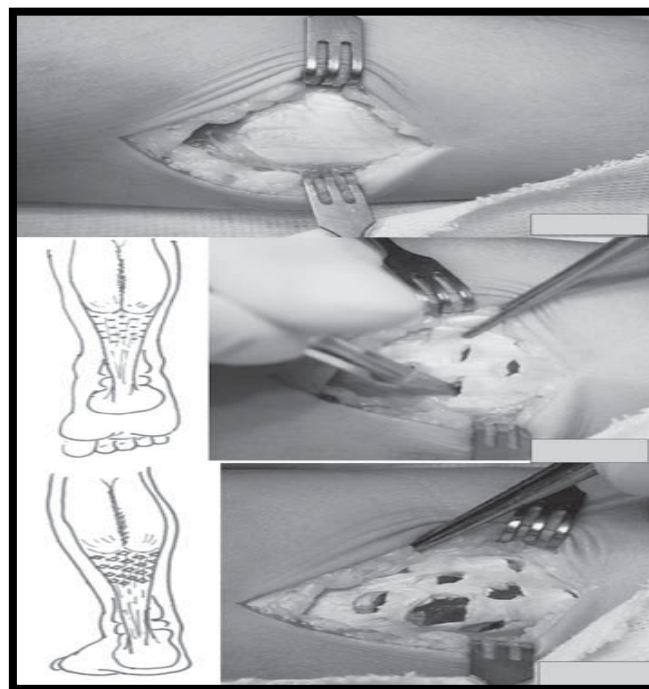
Le taux de bons résultats de ces ténotomies percutanées par glissement est superposable à celui des aponévrotomies des jumeaux, toutes techniques confondues.

La section du tendon en percutané n'entraîne pas de fragilisation du tendon ; Agarwal [81] a montré dans une étude échographique que le tendon se reconstitue ad intégrum en 30 à 45 jours. Il n'y a donc pas de risque de rupture secondaire du tendon. En revanche, l'association de ce geste à d'autres gestes invasifs sur le pied peut provoquer des troubles de croissance des différents os du pied, voire des nécroses du talus ou de l'os naviculaire.



**Figure 21A et 21B : Allongement sous cutané par glissement du tendon d'Achille. [76]**

Une nouvelle procédure d'allongement du tendon d'Achille par glissement a été décrite par Cheng-Li Lina « *Mesh ATL procedure* » [82]. Cette technique ayant comme but d'entraîner une diminution de l'immobilisation et conduire à une récupération plus rapide. La ténotomie maillée comprend plusieurs coupes transversales de 5 à 8 mm, avec environ 5x5 coupes (colonne de rangée), avec au moins 3 à 5 mm entre les coupes. Après la ténotomie, la cheville est légèrement en dorsiflexion, donnant une longueur longitudinale de 4 à 6 mm d'espace pour chaque coupe, et un allongement de 20-30 mm du tendon d'Achille est gagné (Figure 22). Après la chirurgie, une longue attelle de la jambe est appliquée avec cheville en position neutre. Cette technique facilite plus rapidement la récupération, et permet également une correction adéquate de la déformation de l'équin dans le PC spastique, aussi efficace que celui de la procédure de Vulpius.



**Figure 22 : Procédure Mesh de l'ATA. [82]**

Outre les complications d'ordre technique, c'est surtout l'insuffisance tricipitale postopératoire qui est à redouter. Le pied talus risque alors de compromettre gravement le pronostic de marche, ce qui explique une certaine réticence à allonger le tendon d'Achille, ou en cas de nécessité opératoire, la prudence à avoir dans le dosage de l'acte.

Par ailleurs un élément à prendre en considération est la qualité de la cicatrisation. Après un allongement du tendon d'Achille, il a été démontré en imagerie que les allongements en Z étaient responsables d'une cicatrice fibreuse très importante, inhomogène, et adhérente aux plans superficiel et profond. Après aponévrotomie des gastrocnémiens, la fibrose était identique, alors dans les ténotomies percutanées par glissement, le tendon retrouvait une structure d'aspect pratiquement normal en IRM, six mois après l'intervention

Selon des récentes études [83] [84], une nouvelle technique a été décrite en 2011 associant le raccourcissement du tendon tibial antérieur et l'ATA afin de rééquilibrer la force musculaire pour traiter l'équin vu tardivement chez les enfants atteints de paralysie cérébrale. Les résultats à court terme ont indiqué une amélioration de la baisse du pied en phase pendulaire et une correction de l'équin en phase d'appui. A long terme (5,8 ans), la dorsiflexion active de la cheville était possible chez tous les patients, ainsi tous ont été capables de marcher sans orthèse de cheville-pied. Le taux de récurrence était de 13% et aucune surcorrection n'a pu être montrée.

Des études [85] [86] montrent que l'aponévrotomie des jumeaux et l'ATA à condition qu'il soit bien dosé, peuvent donner les mêmes résultats satisfaisants. Mais il faut toujours préférer l'allongement intramusculaire sélectif des jumeaux à l'allongement global du triceps quand c'est possible, c'est-à-dire quand on voit l'enfant assez tôt [87]. Car la même cause créant les mêmes effets, un ATA pratiqué dans le tout jeune âge ne met pas à l'abri d'une récurrence tant que la croissance n'est pas terminée. Un nouvel allongement devenu nécessaire en fin de croissance risquerait de fragiliser le tendon, et d'affaiblir définitivement le triceps. Alors que si l'on commence par l'aponévrotomie des jumeaux, devant une rétraction globale du

triceps en fin de croissance, l'ATA réalisé avec prudence peut permettre de retrouver une flexion dorsale efficace appréciable par les moyens modernes d'évaluation [88] [89].

Le consensus actuel [81] affirme que la meilleure option chirurgicale pour l'équin contracture chez la plupart des enfants atteints de PC est l'aponévrotomie des jumeaux plutôt que d'allonger le tendon d'Achille.

Enfin, des gestes trop extensifs sur les différents tendons du pied peuvent aboutir à des hypercorrections, sources de douleurs, de raideur et de difficulté de chaussage [3].

Dans notre étude, nous avons noté 9 aponévrotomies des jumeaux et 23 ATA. Cette différence notée dans notre étude par rapport aux études suscitées qui ont démontrées que la préférence en première intention va à l'aponevrotomie des jumeaux, peut être expliqué par l'âge moyen élevé de nos patients. A noter que 5 cas ont présenté une récurrence ou une persistance de l'équin après correction chirurgicale, ont bénéficié d'un ATA comme seconde intervention.

#### **3.4 Chirurgie du pied valgus :**

Les déformations souples en valgus peuvent être initialement traitées par des orthèses anti-valgus.

Le traitement chirurgical ne s'envisagera que devant une déformation irréductible invalidante non ou mal contrôlée par les orthèses.

La chirurgie sera le plus souvent ostéo-articulaire dont le but est de fixer le pied dans une position anatomique stable [14] [25] [26]:

a. L'arthrodèse extra-articulaire sous-talienne de Grice :

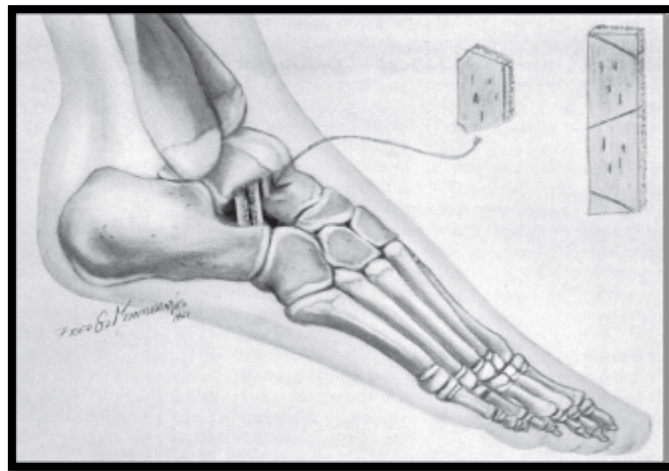
L'arthrodèse extra-articulaire a été décrite initialement par Grice [90] en 1952 chez les patients atteints de poliomyélite. Au cours des années suivantes, Grice et d'autres ont élargi les indications pour inclure le pied plat valgus chez les jeunes patients ambulants atteints de paralysie cérébrale (Figure 23). Elle peut être réalisée dès l'âge de 6-7 ans.

Dans cette procédure, la fixation extra-articulaire consiste à bloquer l'articulation sous-talienne en mettant en place un greffon osseux dans le sinus du tarse. Un greffon osseux tricortical est prélevé sur la crête iliaque, le péroné ou le tibia.

L'utilisation d'un greffon tibial, décrite initialement par Grice, était associée à un taux élevé de complications dues au placement incorrect du greffon, la résorption du greffon et aux fractures de stress du col du talus, notés par Hsu et Joffray, Hsu et Yam, et Scott [91-93].

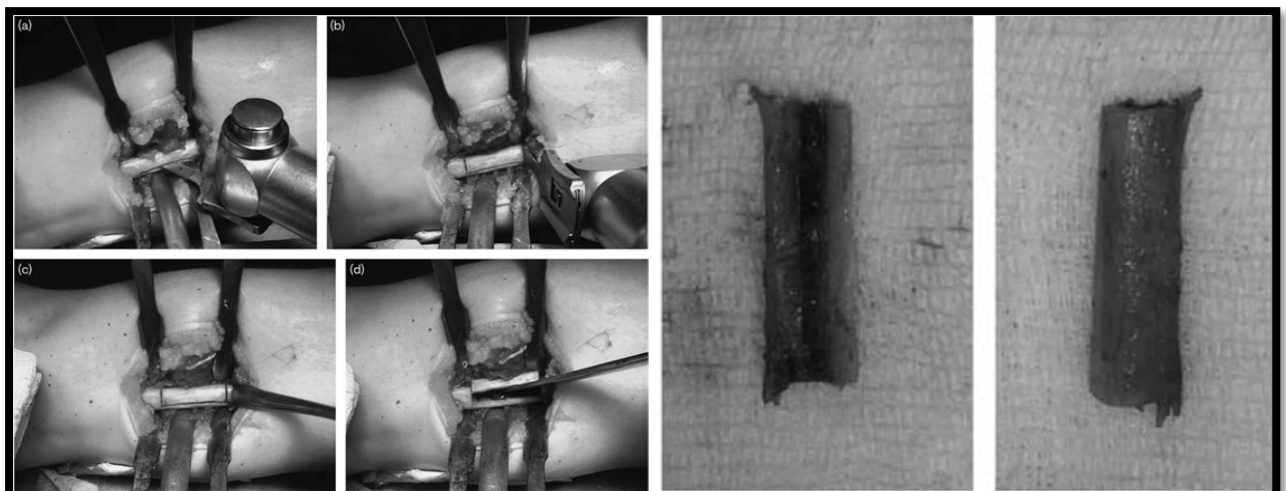
Yoon et al. [94] ont rapporté une correction efficace du valgus de l'arrière pied mais une amélioration moins constante de la supination ou de l'inclinaison calcanéenne lors de l'arthrodèse sous-talienne extra-articulaire pour traiter la déformation du valgus chez les patients ambulants atteints de diploégie spastique.

Cette technique n'améliore que l'arrière-pied et expose à une arthrose des articulations adjacentes avec échec élevé de la greffe. Pour cette raison diverses modifications ont été proposées. Voutey propose une tranchée dans la face supérieure du calcanéum [95], de Doncker prélève un greffon aux dépens de la diaphyse fibulaire et, pour éviter son déplacement, pratique un vissage talocalcanéen. En 1968, Brown a décrit la technique de Batchelor consistant à utiliser une greffe fibulaire dans le calcanéum à travers le col du talus [96].



**Figure 23 : Illustration de l'arthrodèse extra-articulaire décrite par Grice qui utilise une greffe osseuse corticale placée dans le sinus du tarse.**

L'utilisation du greffon fibulaire au cours d'une étude [97] faite entre mai 2011 et mai 2014 portant sur 15 pieds plats valgus flexibles, a noté que toutes les greffes étaient stables et une fusion solide avec une correction soutenue s'est produite dans tous les pieds. Les résultats obtenus étaient satisfaisants pour tous les patients à l'exception d'un seul. Il s'agissait d'un patient quadriplégique (niveau IV du GMFCS).



**Figure 24 : Ostéotomie fibulaire appliquée à l'aide d'une scie oscillante (a-d). [97]**

**Figure 25 : Figure montrant une greffe osseuse fibulaire partielle semi-circulaire (b, c). [97]**

Une étude rétrospective [98] entre juin 1999 et novembre 2006, a été portée sur 14 pieds plats valgus flexibles traités par arthrodèse extra-articulaire sous talienne de Grice, chez 9 enfants atteints de paralysie cérébrale, âgés entre 6 et 12 ans. Le recul moyen était de 30 mois. Chez tous les patients, la greffe a été obtenue à partir du 1/3 distal de la fibula.

Sur cinq patients qui ont subi une chirurgie bilatérale, trois (21,4%) ont développé une pseudarthrose fibulaire unilatérale au site donneur. Tous les huit autres patients présentaient une fusion complète de la greffe fibulaire, et aucun d'entre eux ne présentait une résorption du greffon. Les familles de 7 patients (77,8%) ont exprimé leur satisfaction des résultats, et aucune récurrence de la déformation n'a été observée chez ces patients (Figure 24).



**Figure 24 : [98]**

(a) Une radiographie latérale de la cheville d'un enfant diplégique spastique de 11 ans. L'angle talocalcanéen latéral était de 60 °, en préopératoire. Après l'arthrodèse extra-articulaire sous-talienne de Grice, (b) apparition du site donneur sur une radiographie antéro-postérieure où la greffe a été prise à partir du 1/3 distal de la fibula.

(c) une radiographie latérale montrant la greffe fibulaire placé dans le sinus tarse parallèle à l'axe longitudinal du tibia.

(d) Une radiographie latérale de la cheville debout au 48e mois postopératoire révélant un angle talocalcanéen de 42 °. Aucun changement dégénératif dans les articulations tibiotalaire et médio-tarsienne.

S. Bourelle et J.Cotallorda [99] ont rapporté que l'arthrodèse extra-articulaire sous-talienne de Grice modifiée utilisant un greffon fibulaire au lieu d'un greffon tibial cortico spongieux décrite par Chigot et Sananes en 1965, offre des résultats cliniques satisfaisants à long terme avec disparition de la douleur à la marche.

Par ailleurs, Jery et Kyle [96] ont rapporté que l'arthrodèse extra-articulaire sous-talienne en utilisant un greffon provenant du calcanéum et du talus avec une fixation interne permet une stabilité du pied, un maintien de la correction et un taux d'union osseuse radiographique de 88%. De plus cette technique élimine la morbidité au site de greffe causée par un prélèvement osseux distant sur la crête iliaque du patient, le tibia distal ou le péroné.

Ils ont conclu que cette modification de l'arthrodèse sous-talienne extra articulaire de Grice-Green peut être utilisée efficacement dans la correction de déformations souples de l'arrière-pied chez le patient atteint de paralysie cérébrale, offrant des avantages significatifs par rapport à la méthode classique.

Une étude rétrospective menée par Gad Guttman [100] entre 1975 et 1987, a été portée sur 15 enfants atteints de paralysie cérébrale traités par arthrodèse extra-articulaire sous-talienne de Grice modifiée en utilisant une greffe osseuse iliaque pour des pieds plats valgus sévères. L'âge moyen était de 5,2 ans (entre 3 et 9 ans). Le recul moyen était de 6,8 ans. Sur les 26 pieds, 23 ont été jugés satisfaisants (88,4%) et 3 pieds comme insatisfaisants (11,6%). Pour les trois pieds jugés insatisfaisants, l'échec a été attribué à la résorption de la greffe, une greffe osseuse trop petite et à un manque d'équilibre musculaire autour de la cheville et du pied. La morbidité du site donneur iliaque était minime et n'a pas retardé la rééducation ou la marche.

Il a été conclu que cette technique s'est avérée simple, offrant une bonne stabilité à l'articulation sous-talienne et évitant un bon nombre de complications rencontrées dans les méthodes précédentes.

**b. L'arthrorise sous-talienne extra-articulaire :**

L'arthrorise sous-talienne est destinée à lutter contre le valgus calcanéen et accessoirement à diminuer la divergence talo-calcaneenne tout en évitant l'ankylose de l'articulation sous-talienne, C'est une technique opératoire (Mini invasive) qui provoque une limitation partielle de la mobilité articulaire.

Le but est toujours d'interposer en extra-articulaire, dans le sinus du tarse, par voie externe, un implant conique qui relèvera le talus. Ainsi l'acier, le Silastict, le Téflon ont conduit à l'élaboration d'un implant cylindre à expansion en polyéthylène proposé par Giannini [37].

Quels que soient la marque, la forme et le promoteur de l'implant, il a l'avantage d'être assez efficace mais il doit être placé assez tôt chez le jeune enfant.

Cette technique corrige bien le valgus talonnier mais agit peu sur la cassure talo-métatarsienne. Une chirurgie des parties molles est souvent nécessaire pour équilibrer les forces musculaires autour de l'articulation sous-talienne et pour faciliter le positionnement de l'implant.

Fucs et al. [101] ont publié le résultat d'un traitement par arthrorise de Pisani (Figure 26, 27) chez 18 patients atteints de paralysie cérébrale spastique (36 pieds plats valgus), avec 80,5% de résultats satisfaisants (sur la base de critères cliniques et radiographiques) et un suivi moyen de 2 ans et 9 mois.

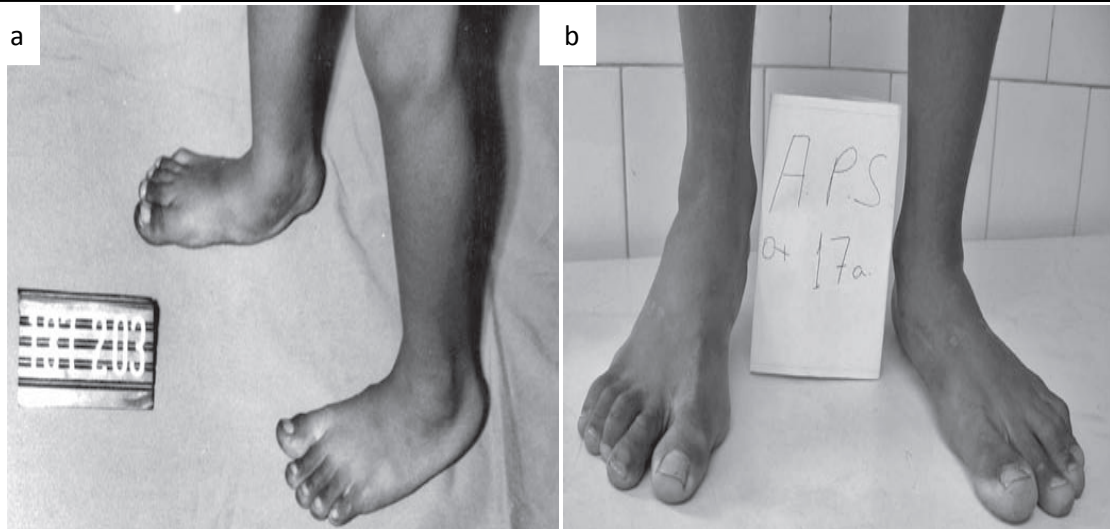
Ils recommandent d'étudier et de réévaluer la technique avec un temps de suivi plus long, car il s'est avéré une bonne option thérapeutique du pied plat valgus dans la paralysie cérébrale.

Luiz et Patricia [102] ont publié une étude faite entre février 1992 et décembre 2002, portant sur 57 pieds plats valgus réductibles traités par arthrorise utilisant une vis de Pisani, chez 29 enfants atteints de paralysie cérébrale spastique, âgés de moins de 8 ans. Le recul moyen était de 8 ans et 9 mois. L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 6 ans.

La chirurgie d'arthrorise de Pisani a montré 37 (65%) de résultats satisfaisants et 20 (35%) de résultats insatisfaisants pour le traitement du pied plat valgus, évalué par des critères exclusivement cliniques. Il a été conclu que cette procédure est une bonne alternative aux ostéotomies et à l'arthrodèse pour le traitement des pieds plats valgus réductibles dans la paralysie cérébrale spastique.



**Figure 25 : Aspect peropératoire de la mise en place de la vis de Pisani. [101]**



a : Aspect clinique préopératoire, vue médiale. b : Aspect clinique postopératoire, vu de face.

**Figure 26 : Aspects cliniques du pied d'un enfant IMC, avant (a) et après(b) une arthrorise avec la vis de Pisani. [101]**



**Figure 27 : Radiographies du pied gauche traité par arthrorise de pisani en position debout, vue latérale en préopératoire (a), en postopératoire (b) et en fin d'évaluation (c).[101]**

En 1990, Crawford et al. [103] ont rapporté 85% de bons à excellents résultats radiographiques en utilisant l'arthrorise sous-talienne. Ils affirment que l'arthrorise sert à combler le vide qui existe entre les orthèses et l'arthrodèse pour les pieds dont l'origine du valgus est au niveau de l'articulation sous-talienne, et qu'elle est plus appropriée au-dessous de l'âge de 6 ans.

Vedantam et al. [104] ont rapporté 96% de résultats satisfaisants chez 135 patients utilisant un implant en silicone. Cependant, une chirurgie de révision a été nécessaire dans environ 50% des pieds traités avec arthrorise pour les pieds plats valgus flexibles sévères chez les patients atteints de maladies neuromusculaires.

Bien que l'arthrorise soit simple et ait une faible morbidité postopératoire, l'allongement de la colonne latérale est souvent préféré car il n'est pas associé à des complications liées au corps étranger et présente le même taux de récurrence.

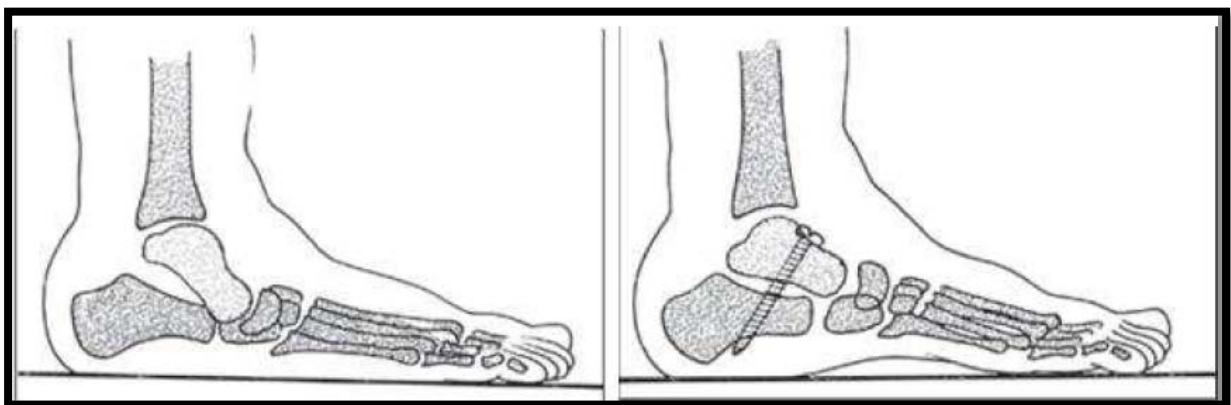
**c. L'arthrodèse sous-talienne : La procédure de Cavalier :**

L'intervention du cavalier de Judet est indiquée pour les pieds plats majeurs de l'enfant avant huit ans [105].

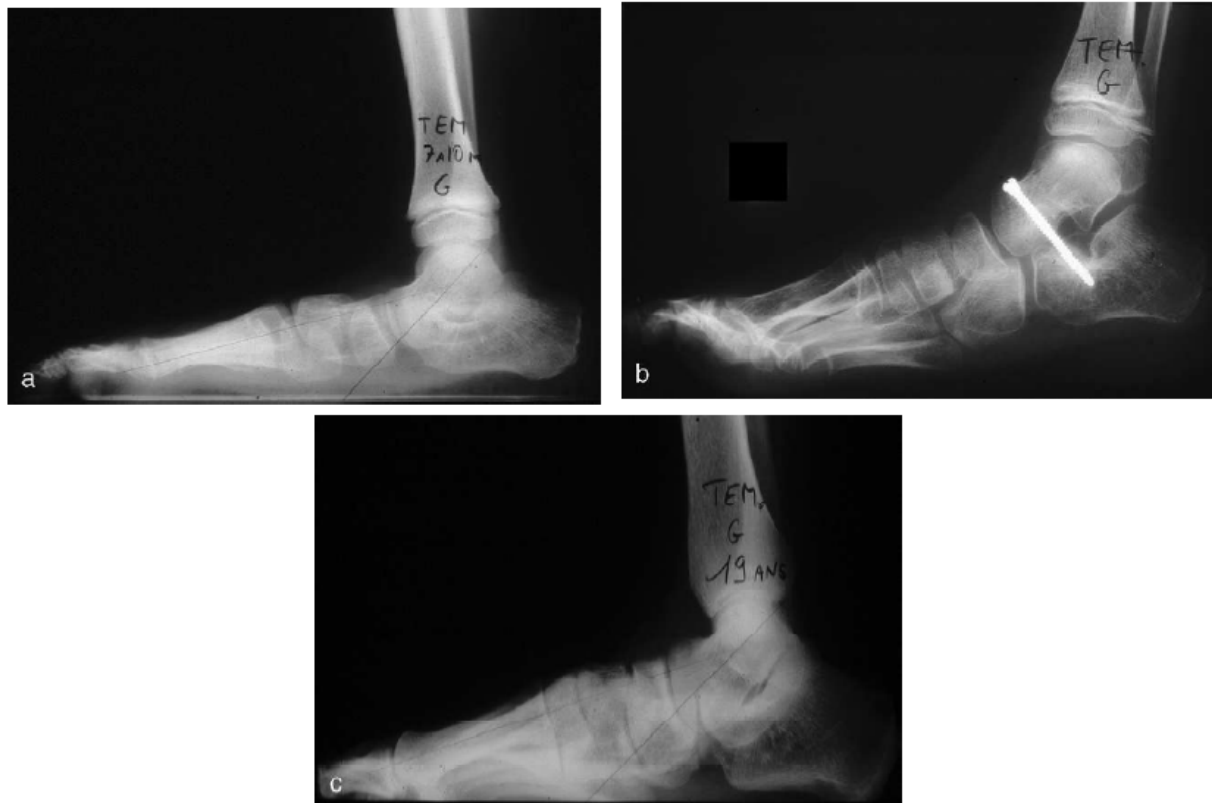
Cette technique agit sur le même principe par vissage temporaire talo-calcanéen après correction de la divergence talo-calcanéenne et du valgus de l'arrière-pied. Cette intervention permet le respect des articulations sous-talienne et médio-tarsiennes, et le rétablissement d'une croissance normale des os après réduction. Elle expose au risque d'hyper-réduction ou d'hyporéduction par fracture de la vis.

L'intervention comporte quasi systématiquement un allongement du tendon d'Achille et si nécessaire un embrochage de l'arche médiale. La vis est laissée en place huit à douze mois.

Chez l'enfant paralysé cérébral, il est classiquement admis que l'association de cette technique avec l'intervention de Grice donne de meilleurs résultats que l'une ou l'autre réalisée séparément [106] [107].



**Figure 28 : Opération du cavalier: correction de la divergence talocalcanéenne par remise en selle du talus sur le calcaneus et solidarisation par une vis temporaire. [108]**



**Figure 29 : Intervention du cavalier chez un garçon âgé de 7 ans et 10 mois.**

- a. Radiographie préopératoire.
- b. Radiographie 2 ans plus tard (juste avant l'ablation de la vis).
- c. Radiographie à l'âge de 19 ans : noter la récurrence partielle de la déformation.

**d. L'ostéotomie d'allongement du calcanéum ou technique d'Evans:**

L'ostéotomie d'allongement du calcaneus (Figure 30) a été initialement décrite en 1975 par Evans [109], puis révisée par Mosca [110]. Son but est de corriger la dysharmonie de longueur entre les colonnes latérale et médiale en allongeant la colonne latérale, ce qui permet une correction du pied plat valgus souple dans son ensemble. Cette chirurgie est non enraidissante et peut être indiquée en cours de croissance.

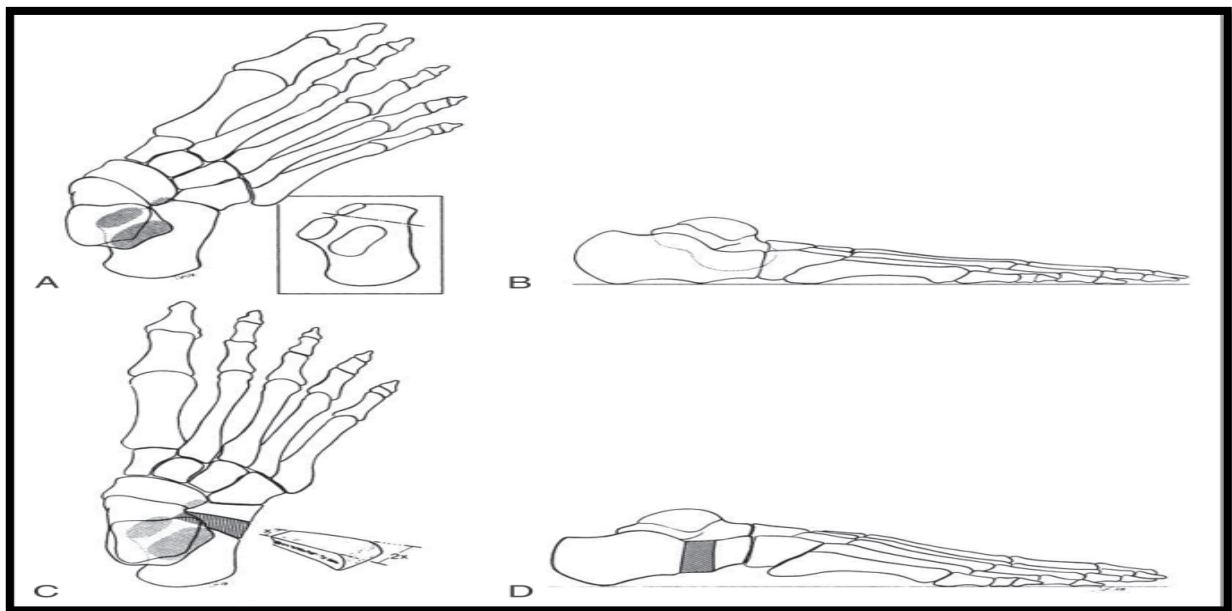
L'ostéotomie d'ouverture et d'allongement est réalisée entre les facettes antérieure et moyenne du calcanéus après stabilisation préalable de l'articulation calcanéocuboïdienne. La section osseuse se fait à la scie en zone extra articulaire.

Dans ce type d'ostéotomie d'allongement, une greffe osseuse est nécessaire, elle s'agit le plus souvent d'une allogreffe sous la forme d'un coin osseux d'épaisseur 10 à 12 mm dont l'origine est humaine ou bovine, plus rarement, elle est prélevée sur la crête iliaque (autogreffe tricorticale) du patient. Une vis de 4-5mm ou deux agrafes sont utilisées pour le maintien de l'os.

Son effet immédiat est la correction de l'éversion sous-talienne et de la translation dorso latérale du naviculum. Une fois obtenue la correction de l'abduction et du valgus, une correction incomplète de la supination de l'avant pied peut nécessiter une ostéotomie de fermeture plantaire des os cunéiformes médial et intermédiaire. Une capsulorrhaphie talonaviculaire médiale avec remise en tension du tendon du tibial postérieur avec ou sans brochage de la colonne médiale a pour objectif de prévenir une récurrence.

L'allongement du triceps (fasciotomie des jumeaux ou allongement tendineux par glissement) et du court fibulaire en Z fait partie de la technique.

La technique d'Evans modifiée par Mosca est une technique très prometteuse dans le traitement des pieds plats de l'enfant. A l'inverse des autres techniques agissant en intra-articulaire, notamment les arthrodèses et les interventions de rehaussement talo-calcaneen, la technique de Mosca permet d'épargner les articulations et de préserver leur mobilité. Ces deux critères primordiaux sont à prendre en considération dans la gestion du pied plat de l'enfant, encore en croissance.



**Figure 30 : Schémas AP (A) et latéral (B) d'un pied équin valgus avec effondrement de l'arche médiale et perte de la couverture talonaviculaire.**

Les schémas AP (C) et latéral (D) montrent une correction de l'angle de Meary, une normalisation de l'arche médiale et une meilleure couverture de la tête du talus par le naviculaire après insertion du greffon calcanéen latéral dans le cadre d'une procédure modifiée d'Evans.

En 1995, Mosca [111] a rapporté des résultats cliniques satisfaisants dans 29 parmi 31 pieds traités avec la procédure modifiée d'Evans pour un valgus symptomatique sévère de l'arrière-pied. Cette étude a inclus 26 patients atteints de trouble neuromusculaire sous-jacent et seulement 1 patient avait un pied plat idiopathique.

Andreacchio et al. [112] ont affirmé que l'allongement calcanéen est un traitement efficace pour les déformations légères à modérées du pied plat valgus flexible chez les enfants ambulants atteints de paralysie cérébrale spastique, et ils ont recommandé l'arthrodèse sous-talienne pour les cas plus graves.

Une étude rétrospective [113] entre 2006 et 2014, a été réalisée sur 30 pieds plats valgus traités par ostéotomie d'allongement calcanéen selon la technique d'Evans modifiée, chez 20 enfants atteints de paralysie cérébrale. L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 11,9 ans. Le recul moyen était de 2,5 ans. Parmi 30 pieds, 17 étaient corrigés de façon satisfaisante et 13 étaient sous-correctés.

Il a été conclu que l'allongement calcanéen avait une capacité significative pour corriger les pieds plats valgus chez les enfants atteints de PC, mais certaines déformations sévères étaient au-delà du potentiel de cette technique.

Volker Ettl [114] a rapporté que l'allongement calcanéen est une procédure efficace pour corriger les déformations légères à modérées du pied plat valgus chez les enfants atteints de paralysie cérébrale, tandis que chez les enfants présentant des déformations sévères, l'allongement calcanéen ne peut être recommandé en raison du taux élevé de récurrence chez ces patients. Dans ces cas, une triple arthrodèse doit être envisagée chez les patients âgés de plus de 11 ans pour corriger la déformation et maintenir la correction obtenue.

Selon Won Joon Yoo [115], l'allongement calcanéen s'avère efficace pour les pieds plats valgus flexibles jugés modérés à sévères chez les enfants atteints de PC, mais pas pour les cas trop sévères. Les cas de surcorrection rapportés dans cette étude ont été associés à la spasticité accrue du muscle tibial postérieur avant la chirurgie.

Ki Hyuk [116] préconise l'association de l'allongement du court fibulaire à l'ostéotomie d'allongement calcanéen pour maximiser l'efficacité de la correction du pied plat valgus chez les patients atteints de paralysie cérébrale.

Une étude rétrospective [117] entre Novembre 2005 et Décembre 2009, a été réalisée sur 63 pieds plats valgus traités par ostéotomie d'allongement calcanéen d'Evans en utilisant une allogreffe ou une xélogreffe bovine chez 2 groupes d'enfants atteints de paralysie cérébrale spastique. L'âge des patients était de 4 à 18 ans. Il a été conclu que la xélogreffe donne de

meilleurs résultats radiographiques à long terme, tandis que l'allogreffe donne une meilleure intégrité de greffe.

Ledford et al. [118] ont publié des résultats insatisfaisants en utilisant des xénogreffes bovines pour le traitement des déformations du pied chez l'enfant.

Au cours de notre étude, sur les 7 cas de déformations en valgus, 6 cas ont été corrigés chirurgicalement par la procédure du Cavalier seules ou associées à l'ATA quand il s'agissait d'un équin valgus avec des résultats satisfaisants pour 4 patients, et 1 cas par une ostéotomie d'allongement du calcanéum dont l'évolution était non précise (patient perdu de vue). Ceci confirme qu'actuellement le valgus souple est corrigé de manière orthopédique et lorsque la chirurgie est nécessaire elle est ostéo-articulaire et tendineuse.

### **3.5 Chirurgie du pied bot varus équin :**

Malgré les progrès thérapeutiques liés à l'amélioration des méthodes orthopédiques du traitement (la méthode de Ponseti), la chirurgie conserve une place importante dans la prise en charge d'un enfant porteur d'un PBVE.

Le varus doit être corrigé car il est très vite mal toléré et responsable de déformations ostéo-articulaires futures.

Les techniques utilisées sont la libération des parties molles ou les transferts tendineux quand le malade est vu avant le stade de déformation osseuse, et une double arthrodèse plus tard [119].

a. Libération des parties molles :

La chirurgie du PBVE a toujours été basée sur des opérations de libération des parties molles.

La technique chirurgicale oppose les auteurs partisans d'une libération complète avec correction de la triple déformation [120] [121] et les partisans de gestes limités et répétés [122] [123]. Pour les premiers, il est impératif d'effectuer une chirurgie complète et si possible définitive, limitant les pieds multi opérés. Pour les seconds, le geste chirurgical doit être a minima en évitant les libérations extensives, responsables selon eux d'hypercorrections, de raideurs articulaires et de récives des déformations par cicatrices et fibroses.

Plusieurs voies d'abord sont possibles : *Incision postéro interne, Incision de Cincinnati et le double abord*. Nous allons citer la voie la plus utilisée :

*L'incision postéro-interne* du cou-de-pied et du pied fut historiquement la première décrite [124]. Elle s'étend du bord interne du pied, à la limite des peaux dorsale et plantaire, depuis le col du premier métatarsien jusqu'à la région sous-malléolaire interne, soit rectiligne, soit légèrement concave vers le bas. Puis le bistouri contourne la malléole interne en arrière et remonte verticalement le long du bord interne du tendon d'Achille, sans dépasser vers le haut le niveau des fibres musculaires soléaires. L'intérêt de cette voie royale est la large exposition plantaire et interne du cou-de-pied. Cependant, l'accès postéro-externe du cou-de-pied est mal visible, la section du faisceau calcanéo-fibulaire du ligament latéral étant faite à l'aveugle [125] (figure 31).

Une courte incision sur le bord externe du pied, en regard de l'interligne calcanéo-cuboidien, peut être proposée pour reséquer un coin cartilagineux, ou pour accéder à la capsule articulaire Talo-calcanéenne antéro-externe (figure 32). Pour ce faire, les deux tendons fibulaire sont rectilignes vers le bas par un écarteur contre coude appuyé sur l'os cuboïde [125].

L'incision para-achillienne interne prolongée en plantaire, dite postéro interne, est la plus couramment utilisée, elle est adoptée par Carlioz, Diméglio. A et Turco VJ.



**Figure 31: Voie d'abord postéro interne**



**Figure 32 : Voie d'abord externe**

La libération peut être une :

➤ ***Libération postérieure et postéro-externe :***

Les trois principaux obstacles sont le tendon d'Achille qu'il faut allonger en Z, la capsule tibio-astragalienne postérieure qui est ouverte complètement et le NFPE qui est libéré après repérage du nerf sural et de la veine petite saphène [125] : on sectionne le ligament annulaire externe, ainsi que le ligament calcanéo-fibulaire et ligament talo-fibulaire. Ainsi la dorsiflexion de la cheville peut être restaurée et habituellement disparaît. Le respect de la capsule sous astragalienne postérieure fait de plus en plus d'adeptes [126].

➤ ***Libération antéro-interne et plantaire :***

Son but est de supprimer un des verrous essentiels du PBVE : le NFAI qui verrouille non seulement l'adduction du BCP (bloc calcanéo-pédieux) mais également l'adduction medio-tarsienne. Une libération de la plante est nécessaire pour donner de la longueur à l'arche interne et permettre la correction de l'adduction medio tarsienne.

- En dedans : le tendon distal du muscle jambier postérieur est allongé en Z, l'articulation astragalo–scaphoïdienne est ouverte après avoir sectionné le ligament tibio–scaphoïdien.
- A la plante il souvent nécessaire de sectionner la moitié interne de l'aponévrose plantaire moyenne superficielle et le muscle adducteur de l'Hallux est libéré dans sa moitié proximale.
- A la face dorsale de l'articulation talo–naviculaire, la dissection au ras du squelette permet de sectionner tous les ligaments dorsaux.

A ce stade de l'intervention, le BCP peut être mobilisé par rapport au talus et au bloc talo–jambier en préservant les structures ligamentaires talo–calcanéennes et tibio–calcanéennes (figure 33). L'ouverture de l'articulation mediotarsienne est souvent nécessaire avec en particulier l'ouverture de l'articulation calcanéo–cuboidienne.



**Figure 33 : Structures à préserver dans la libération des parties molles :**

**A : ligament interosseux talo–calcanéen,**

**B : capsule talo–calcanéenne interne,**

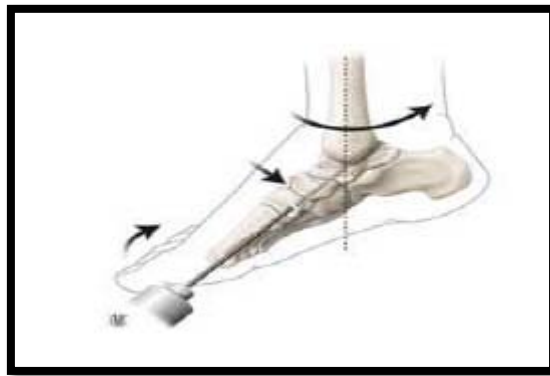
**C : ligament annulaire interne.**

Dans notre étude, 4 de nos patients ont bénéficié d'une Libération postéro interne des parties molles.

La Fixation par broche est parfois nécessaire pour assurer la stabilisation et la réduction du pied, généralement, l'embrochage est indiqué [127]:

- Dans les formes sévères
- Sur des enfants plus grands
- Lors de la réalisation d'une résection cartilagineuse calcanéo-cuboidienne

Une broche est mise en place dans l'arche interne après avoir corrigé l'adduction-supination du pied (figure 34). Pour éviter la subluxation de l'os naviculaire, il faut porter le pied en équinisme et mettre un appui manuel sur la partie dorsale de l'os naviculaire [127]. Une 2ème broche transplantaire, calcanéo-astragalo-tibiale, est très utilisée mais a l'inconvénient d'imposer une correction maximale de la déformation pouvant être générateur de complication cutanée ou même ischémiques [128].



**Figure 34 : Fixation par broche de l'arche interne.**

Dans notre étude, nous avons procédé au double embrochage de façon systématique.

Après l'intervention, la durée d'immobilisation par plâtre est habituellement de 3 mois avec un plâtre de marche à partir du 40ème jour. Les broches et le plâtre sont enlevés vers le 90ème jour. La rééducation est reprise en raison de deux séances par semaine [128] [129].

**b. Transfert musculaire :**

Les transferts tendineux sont fréquemment indiqués dans la chirurgie tardive ou secondaire, mais rarement proposée dans le traitement initial du PBVE.

Nous ne ferons pas l'inventaire des transferts tendineux, mais nous allons citer ceux qui sont les plus utilisés :

- L'hémi transfert du jambier antérieur sur le bord externe du pied ou sur le court péronier latéral [130] :

C'est la meilleure solution quand ce muscle inverseur est hyperactif pendant la phase oscillante du pas ou si le varus est lié à une hypotonie des péroniers.

Cette technique est indiquée lorsque l'examen clinique et l'électromyographie permettent de responsabiliser le JA plus que le JP dans la survenue du varus.

P. Lebarbier note des résultats insuffisants après cette intervention sans doute dus à une mauvaise analyse préopératoire car le JP est souvent plus actif ou associé à la spasticité du jambier antérieur.

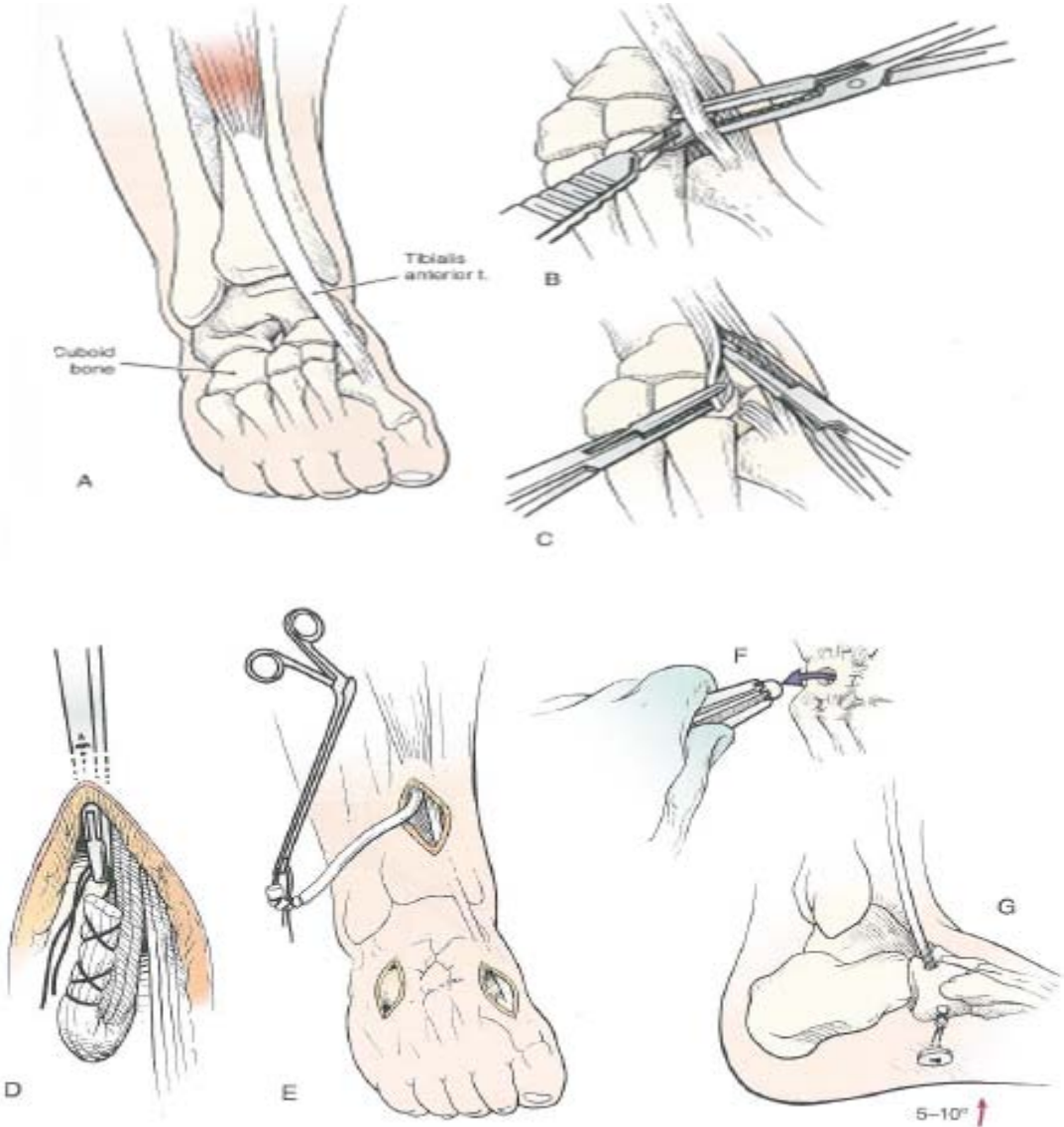


Figure 35 : Les différentes étapes du transfert du jambier antérieur.

- Le transfert du jambier postérieur sur le cuboïde ou le troisième cunéiforme :

Ce transfert se fait à travers la membrane interosseuse. On reproche à cette technique d'entraîner des hypercorrections, mais elles ne sont pas gênantes sur le plan fonctionnel et peuvent être compensées par une semelle avec voûte interne de soutien. C'est pourquoi elle est la technique de choix dans le varus équin neurologique souple par hyperactivité du JP [131].

L'allongement du triceps en cas d'équin associé n'est réalisé qu'en cas d'extrême nécessité et avec prudence.

Une étude rétrospective [132] a été réalisée sur 52 pieds traités pour pied varus par transfert tendineux, chez 48 enfants atteints de PC. L'âge moyen des patients était de 12,4 ans (extrêmes 4-11 ans). Le recul moyen était de 7,8 ans (extrêmes 4-14 ans). 18 pieds présentaient un équin associé. Selon la déformation, les pieds ont été divisés en deux groupes (groupe I avec inversion de l'avant-pied et du médio-pied et Groupe II avec varus de l'arrière-pied). Les malformations étaient flexibles dans tous les cas des deux groupes. Le transfert du tendon tibial antérieur a été réalisé dans le groupe I (11 pieds), tandis que le transfert du tendon tibial postérieur était réalisé dans le groupe II (38 pieds). Sur 3 pieds les deux procédures ont été effectuées. L'allongement du tendon d'Achille a été réalisé sur 18 pieds, soit en préopératoire, soit de manière concomitante avec le transfert.

Les résultats du groupe I ont été excellents pour 8 pieds et satisfaisants pour 3 pieds, alors que dans le groupe II, ils ont été jugé excellents dans 20 pieds, satisfaisants dans 14 pieds, et médiocres dans 4 pieds. Les pieds avec des résultats médiocres présentaient une déformation en varus résiduelle due à des erreurs techniques peropératoires.

L'étude a conclu que l'hyperactivité du tendon tibial antérieur provoque une inversion (flexion plantaire, supination et rotation interne) plus importante à l'avant-pied et au niveau du mi-pied, une hyperactivité similaire du tendon tibial postérieur produit un varus de l'arrière-pied. La déformation peut être cliniquement non identifiable dans certains cas lorsque le raccourcissement du tendon d'Achille coexiste, produisant l'équin du pied. En identifiant le

muscle causant la déformation et en réalisant la technique appropriée, des résultats très satisfaisants ont été obtenus dans la majorité des cas. Pour les déformations du pied complexes où la composante du cavus coexiste, des procédures supplémentaires seront nécessaires pour obtenir un meilleur résultat.

Dans notre étude, 4 transferts du jambier postérieur ont été réalisés, tous associés à un ATA. Les résultats étaient tous satisfaisants.

**c. La double arthrodèse sous talienne et médio tarsienne: [125] [129]**

Elle est réalisée lorsqu'il y'a un enraidissement définitif et une déformation fixe : varus rigide invétère ou un pied creux interne, indiquée en fin de croissance à partir de l'âge de 14 ou 15 ans, voir même avant ; certains auteurs l'indiquent à partir de l'âge de 10ans.

La double arthrodèse sous talienne et medio tarsienne consiste à fusionner en position corrigée les articulations sous-talienne et medio tarsienne. Pour éviter de trop raccourcir le pied, il faut utiliser deux voies d'abord, l'une interne a visée de libération du nœud fibreux antéro-interne avec, si nécessaire, une ouverture de la capsule interne sous-talienne, et l'autre externe classique.

C'est l'intervention idéale pour stabiliser et corriger les déformations de l'arrière-pied, elle assure totalement le verrouillage du couple de torsion.

Elle permet outre une correction des diverses déformations et une réaxation de l'arrière-pied dans les 3 plans de l'espace [133].

Une étude rétrospective [134] étalée de janvier 2009 à décembre 2012, a été réalisée sur 16 pieds traités pour PBVE invétéré par arthrodèse sous talienne et médio tarsienne, chez 13 enfants PC. L'âge moyen des patients était de 12,6 ans. Les résultats étaient satisfaisants dans 98% des cas. Il a été conclu que la double arthrodèse est l'intervention idéale pour stabiliser et corriger les déformations rencontrées dans le PBVE invétéré.

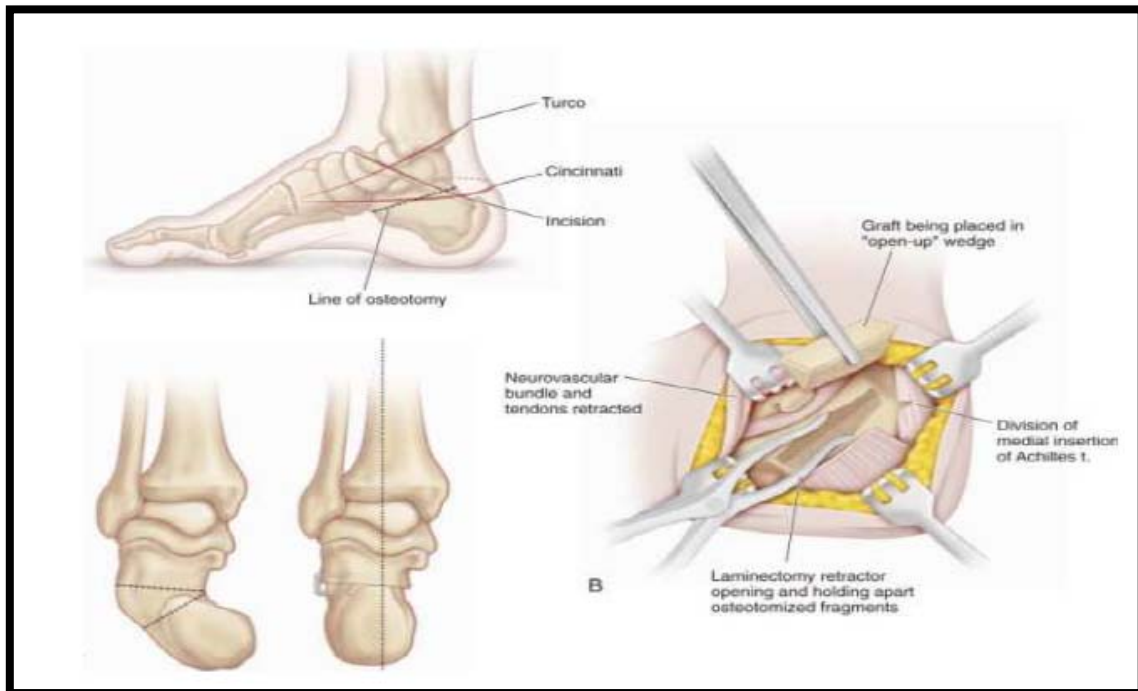
Dans notre étude, la double arthrodèse a été réalisé chez un cas ; un enfant de 14ans. L'enfant a gardé un discret gêne à la marche et de douleur de temps en temps, cependant le résultat esthétique était très bon.

**d. Ostéotomie de valgisation du calcanéum selon Dwver :**

Peut être associée à un allongement du triceps ou à un transfert musculaire, elle permet de conserver une mobilité de l'articulation sous-talienne [135].

On a le choix entre une ostéotomie de soustraction externe qui est relativement facile à faire (figure 36), mais a l'inconvénient de raccourcir le talon déjà moins développé dans le PBVE et l'ostéotomie d'addition interne [125]. Cette dernière est beaucoup plus logique car elle entraîne un meilleur développement postérieur du talon, mais du fait de l'addition d'un greffon cortico spongieux prélevé au dépend de la crête iliaque, elle entraîne parfois des tensions cutanées sources de désunion. Un autre type d'ostéotomie calcanéenne a été proposé : translation externe de la grosse tubérosité pour améliorer le valgus talonnier et son appui et l'appui du talon au sol [125].

Dans notre étude, aucun patient n'a bénéficié de cette technique.



**Figure 36 : Schéma montrant ostéotomie de soustraction externe de Dwyer.**

### **3.6 Chirurgie du pied creux**

C'est l'opération de Steindler qui est la plus utilisée : elle consiste en une aponévrotomie plantaire élargie sectionnant outre l'aponévrose plantaire, les articulations de la colonne interne du pied et le ligament calcanéo-cuboïdien, et permet de corriger le creux. On peut y associer, à la demande, différents gestes :

- Ostéotomie du calcaneus de Dwyer.
- Ostéotomie du premier métatarsien de fermeture supérieure.
- Transferts des extenseurs sur le col des métatarsiens, aux résultats aléatoires.
- Allongement du triceps.

Nous n'avons noté aucun pied creux dans notre série de cas.

### **3.7 Chirurgie du pied talus :**

L'arthrodèse tibio-tarsienne est la seule solution chirurgicale théorique après 11 ans [136]. Elle est cependant rarement utilisée.

Au cours de notre étude, nous n'avons eu aucun cas de pied talus.

### **3.8 Chirurgie de l'hallux valgus :**

L'arthrodèse métatarso-phalangienne permet de corriger la déformation et d'éviter la récurrence. Elle est fonctionnellement peu gênante chez les adolescents qui n'ont, pour la plupart, jamais de propulsion du pas nécessitant une mobilité métatarso-phalangienne [15] [25].

Dans notre série, tous les cas d'hallux valgus ont été non gênants raison pour laquelle ils ont été respectés.



## *Conclusion*



Les anomalies orthopédiques rencontrées chez l'enfant paralysé cérébral sont la conséquence directe de l'atteinte neurologique chez un patient en croissance.

Les atteintes motrices sont diverses, mais l'atteinte du pied est quasi constante quelle que soit la forme ou la gravité de la paralysie cérébrale chez l'enfant ; l'équin est la déformation la plus fréquente suivie par le varus et le valgus surtout chez les diplégiques.

Le pied affecté peut évoluer vers une déformation rigide, douloureuse et sévère, et provoque parfois des troubles cutanés au niveau du pied, tels qu'un ulcère de pression, un hallux valgus, etc., entraînant de graves conséquences cliniques.

Sa correction précoce est essentielle pour prévenir la progression de la déformation et optimiser la fonction du patient.

La prise en charge du pied chez le PC inclut un traitement conservateur ou un traitement chirurgical en fonction des indications. Le but du traitement est d'obtenir un pied qui ne présente aucune douleur avec un alignement normal et d'empêcher les changements dégénératifs qui peuvent survenir au futur.

Initialement, un traitement conservateur comprenant la rééducation avec diverses orthèses ou des chaussures orthopédiques peut être indiqué pour les atteintes légères du pied chez les enfants plus jeunes.

Cependant, au cours de la croissance, la progression de la déformation ne peut pas être arrêtée par des interventions conservatrices en raison de la spasticité musculaire persistante.

Avant le développement des contractures permanentes et des changements de la structure osseuse, les options chirurgicales doivent être discutées.

En fin de compte, le traitement chirurgical est indiqué lorsque le patient ne peut plus tolérer les orthèses ou lorsque la déformation est sévère et provoque des douleurs avec une instabilité mécanique affectant la marche du patient.

Le traitement chirurgical inclut la chirurgie des parties molles qui peut être isolée ou souvent associée aux autres techniques chirurgicales, notamment la chirurgie ostéo-articulaire et nerveuse, ce qui semble bénéfique d'effectuer une chirurgie multi-site en un seul temps.

L'indication d'une technique chirurgicale diffère en fonction du type de la déformation et de sa rigidité, ainsi des capacités fonctionnelles et ambulatoires du patient.

Enfin, le pied ne peut être dissocié du membre inférieur dans son ensemble car « on ne marche pas grâce à ses pieds mais sur ses pieds », par un schéma moteur et un équilibre global.

Pour conclure, si la prise en charge orthopédique et chirurgicale est efficace dans notre contexte malgré le manque de moyens, il convient d'inclure la paralysie cérébrale, eu égard à sa fréquence, dans les programmes nationaux de santé publique, pour garantir une prise en charge générale de toutes les phases de vie d'un paralysé cérébral.



# *Annexes*



## Annexe 1 : Fiche d'exploitation

- ✓ Cas N° :
- ✓ N° du dossier :
- ✓ Nom du patient :
- ✓ Date de la 1<sup>ère</sup> consultation :
- ✓ Age :
- ✓ Sexe : M  F
- ✓ Origine : Urbain  Rural
- ✓ Antécédents :
  - Personnels :
    - Age maternel : .....
    - Grossesse : Suivie  non suivie
    - Accouchement : Voie basse  Césarienne   
Si césarienne, indication : .....
    - ATCD périnataux : Notion de :
      - Prématurité : oui  non
      - Séjour en service de néonatalogie : oui  non   
Si oui, motif : ..... ; durée : .....
      - Souffrance néonatale : oui  non
      - Ictère néonatale : oui  non
      - Traumatisme crânien : oui  non
    - Développement psychomoteur : Normal  Retard   
si retard, préciser : .....
    - Développement intellectuel : Normal  Retard
  - Familiaux : Cas similaire dans la famille : oui  non
- ✓ Motif de consultation : Déformation  Trouble de la marche  Retard des acquisitions
- ✓ Forme clinique : Hémiplégie  Diplégie  Quadriplégie  Monoplégie
- ✓ Marche : Autonome  Avec aide  impossible
- ✓ Type de déformation : Pied équin  PBVE  Pied valgus  Pied creux  Pied talus
- ✓ Déformations associées : Genou  Hanche  Rachis  Membre supérieur  Autres
- ✓ Crises convulsives : Oui  Non  si oui, traitement : .....
- ✓ Examens complémentaires :
  - Radio du pied : Normal  Anormal
  - TDM cérébrale : Oui  Normal
- ✓ Traitement :
  - Orthopédique : Kiné  Plâtre  Appareillage
  - Médical : Toxine botulique : Oui  Non

**Prise en charge chirurgicale du pied d'un enfant paralysé cérébral : Expérience du service d'orthopédie traumatologie pédiatrique au CHU Mohammed VI de Marrakech**

---

- Chirurgical : Oui  Non  si oui, lequel : .....
- ✓ L'évolution : Satisfaisante  légère amélioration   
Récidive/ré intervention  Perdu de vue
- ✓ Classification GMFCS :  
Pré opératoire : N1  N2  N3  N4  N5   
Post opératoire : N1  N2  N3  N4  N5

## Annexe 2 : Classification fonctionnelle du Gillette Hospital (en 10 stades)

1	Ne peut faire aucun pas quelles que soient les conditions
2	Peut faire quelques pas avec l'aide d'une tierce personne, mais n'a pas d'appui complet sur ses pieds. Habituellement non marchant
3	Marche pendant les séances de rééducation, mais non pour les déplacements habituels à l'intérieur du domicile. Nécessite habituellement l'aide d'une tierce personne
4	Marche à l'intérieur du domicile, mais fait habituellement un déplacement lent
5	Marche plus de 4,5-15 m, mais uniquement à l'intérieur du domicile ou de l'école (la marche à l'intérieur du domicile est le déplacement habituel)
6	Marche plus de 4,5-15 m à l'extérieur de la maison, mais utilise habituellement un fauteuil roulant ou une poussette pour les déplacements en ville ou dans les espaces encombrés
7	Marche à l'extérieur de la maison, pour se déplacer en ville, mais seulement sur terrains plats (ne peut négocier les trottoirs, les terrains irréguliers et les escaliers qu'avec l'aide d'une tierce personne)
8	Marche à l'extérieur de la maison, pour se déplacer en ville, est capable de négocier les trottoirs et les terrains irréguliers en plus des terrains plats, mais habituellement nécessite une aide minimale ou la supervision d'une tierce personne par sécurité
9	Marche à l'extérieur de la maison, pour se déplacer en ville, se déplace facilement sur terrains plats, trottoirs et terrains irréguliers, mais a de la difficulté ou nécessite une aide minime pour courir et/ou grimper les escaliers
10	Marche à l'extérieur de la maison, pour se déplacer en ville, court et grimpe sur les terrains réguliers et irréguliers sans difficultés ni aide

### Annexe 3 : Echelle d'Ashworth

Score	Échelle d'Ashworth (Ashworth, 1964)	Échelle d'Ashworth modifiée (Bohannon et Smith, 1987)
0	Pas d'augmentation du tonus musculaire	Pas d'augmentation du tonus musculaire
1	Légère augmentation du tonus musculaire qui se manifeste par un arc douloureux lorsque le segment touché est déplacé en flexion ou en extension	Légère augmentation du tonus musculaire qui se manifeste par un arc douloureux suivi d'un relâchement ou par une résistance minimale à la
1+	Légère augmentation du tonus musculaire qui se manifeste par un arc douloureux suivi d'une résistance minimale à travers le reste (moins de la moitié) de l'amplitude articulaire	Légère augmentation du tonus musculaire qui se manifeste par un arc douloureux suivi d'une résistance minimale à travers le reste (moins de la moitié) de l'amplitude articulaire
2	Augmentation plus marquée du tonus musculaire, presque mais le segment touché peut être déplacé avec facilité à travers la totalité de l'amplitude articulaire	Augmentation plus marquée du tonus musculaire à travers la totalité de l'amplitude articulaire, mais le segment touché peut être déplacé avec facilité
3	Augmentation considérable du tonus musculaire, le mouvement passif est difficile et l'amplitude articulaire est réduite	Augmentation considérable du tonus musculaire, le mouvement passif est difficile
4	Le segment touché est rigide en flexion ou en extension	Le segment touché est rigide en flexion ou en extension

### Annexe 4 : Echelle de Tardieu

Score	Description
0	Pas de résistance tout au long du mouvement
1	Discrète augmentation de la résistance au cours du mouvement passif sans que l'on puisse distinguer un ressaut à un angle précis
2	Ressaut franc interrompant le mouvement à un angle précis, suivi d'un relâchement
3	Clonus épuisable (moins de dix étirements maintenus) survenant à un angle précis
4	Clonus inépuisable (plus de dix étirements maintenus) survenant à un angle précis

### Annexe 5 : Commande musculaire sélective

Score	
0	Pas de CMS, contraction minime
0,5	Contractions et mouvements minimes et/ou beaucoup de cocontractions
1	Mauvais contrôle sélectif, commande dissociée, mouvement limité, cocontractions possibles
1,5	CMS correcte mais défaut de fluidité ou limitations dans le mouvement (cocontractions)
2	CMS parfaite, contractions et muscles appropriés

### Annexe 6 : Évaluation de la force musculaire

Score	
0	pas de contraction palpable
1	Contraction visible
2	Mobilisation faible possible en présence de la pesanteur
3	Mobilisation Incomplète contre pesanteur
4	Mobilisation complète contre résistance
5	Mobilisation complète contre résistance



# *Résumés*



## RESUME :

L'infirmité motrice cérébrale est un ensemble de troubles permanents du développement, du mouvement et de la posture dus à des lésions non progressives non héréditaires survenues sur un cerveau en développement.

Actuellement, cette nosologie tend à être remplacée par le terme « cerebral palsy » ou «paralysie cérébrale ».

Les anomalies orthopédiques rencontrées chez l'enfant paralysé cérébral sont la conséquence de l'atteinte neurologique chez un sujet en croissance. Chaque trouble moteur peut être dissocié en composantes primaires : manifestations directes de l'affection neurologique de base et en composantes secondaires qui représentent les conséquences musculo-squelettiques à plus long terme.

L'atteinte du pied est quasi constante chez l'enfant paralysé cérébral, ce qui perturbe le déroulement de la marche, d'où l'intérêt de notre travail. Nous avons donc étudié 41 cas d'enfants hospitalisés au service de traumatologie-orthopédie pédiatrique au CHU Mohammed VI de Marrakech pour déformations des pieds entre 2013 et 2018.

Parmi les déformations du pied, l'équin est la déformation la plus fréquente, suivie par le varus et le valgus surtout chez les diplégiques.

Le traitement préventif est orthopédique (rééducation, appareillages), et doit être débuté le plus tôt possible afin d'éviter ou de retarder le temps chirurgical. Quant au traitement curatif des déformations constituées du pied, il peut être médicamenteux, orthopédique ou chirurgical, selon le stade physiopathologique.

Les techniques chirurgicales varient en fonction de la déformation : pour l'équin, la tendance actuelle privilégie l'aponévrotomie des jumeaux en première intention et l'allongement du tendon d'Achille en cas de récurrence, de persistance ou de prise en charge tardive. Pour les déformations en valgus, c'est la chirurgie ostéo-articulaire qui donne de meilleurs résultats, alors que pour les déformations en varus, nous utilisons les transferts tendineux quand le malade est vu tôt et la double arthrolyse plus tard.

Il faut se rappeler enfin que le pied ne peut être dissocié du membre inférieur dans son ensemble, et qu'il doit être étudié dans le cadre d'une prise en charge globale de la paralysie cérébrale, d'où l'intérêt de la chirurgie multi-site et de l'approche pluridisciplinaire.

## ABSTRACT :

Cerebral palsy is a set of permanent disorders of development, movement and posture due to non-progressive non-hereditary lesions on a developing brain.

Orthopedic anomalies found in cerebral palsy children result from neurologic impairment during growth. Each motor impairment can be isolated into primary elements, constituting a direct neurological impact, and secondary elements representing the musculoskeletal long term consequences.

Foot damage is nearly always permanent in cerebral palsy children, which sets strong grounds for our research. We have studied 41 cases of children hospitalized in in the Department of pediatric orthopedic University Hospital of MohamedVI Marrakech for foot deformations between 2013 and 2018.

The equinus deformity is the most frequent case of foot deformity, followed by the varus and valgus especially in diplegic patients.

The preventive treatment is of orthopedic nature: reeducation, medical apparatus. It must be started from the earliest stage and aim at preventing or delaying a surgical recourse. Treatments of the resulted foot damage can be of medicinal, orthopedic or surgical nature.

Surgical techniques can vary according to the type of deformity: for the equinus case, the current tendency seems to favor gastrocnemius recession as a first resort when the child is treated at an early stage, and Achilles' tendon lengthening in cases of recurrence, persistence or late approach.

When it comes to valgus deformities, joints and bones surgery leads to the most satisfying results, while varus deformities are typically treated with tendon transfer for early stages, and arthrodesis for advanced stages.

Finally, we need to keep in mind that the foot cannot be disassociated from the lower member as a whole, thus the necessity of a general support for a multilevel surgery as well as a multidisciplinary approach for cerebral palsy.

## ملخص

يمثل الشلل الدماغي مجموع اضطرابات النمو و الحركة و الوضعية الناتجة عن آفات غير تدريجية و لا وراثية تظهر على دماغ في طور النمو.

يعاني الطفل المصاب بالشلل الدماغي من مشاكل في الوضعة و الحركة . وهذه المشاكل الناتجة عن خلل دماغي على جسم لم يكتمل بعد نموه . و كل خلل حركي يمكن أن يقسم إلى عامل أولي ناتج عن الآفة الدماغية و إلى عوامل ثانوية تمثل النتيجة على مستوى العضلات و العظام على المدى الطويل.

أما عن عاهة الرجل عند الطفل المصاب بالشلل الدماغي فإنها متواترة جدا و لهذا تمحور عملنا على دراسة 41 حالة من الأطفال المصابين بالعاهة الحركية الدماغية و الذين يشكون من مشاكل في الرجل و أقاموا في مستشفى الأطفال بمراكش بمصلحة جراحة و تقويم العظام ما بين سنة 2013 و سنة 2018.

و يلاحظ أن القدم الأفقد (équien) يشكل معظم الإصابات متبوعا بالقدم الرحاء (varus) و القدم الفحج (valgus) عند المصاب بالشلل المزدوج.

و بخصوص العلاج الوقائي فإنه يتمركز على الترويض الطبي و الأجهزة , و يجب أن يبتدئ في سن مبكر لتفادي أو بالأحرى تأخير الجراحة. أما بالنسبة للاعوجاجات المستقرة فيمكن ان تعالج بالأدوية أو الترويض و الأجهزة أو الجراحة.

و التقنيات الجراحية تختلف حسب نوعية اعوجاج القدم . بالنسبة للقدم الاققد فإن التوجه الحالي ينص بتمديد العضلات التوأم في أول الأمر عندما نرى الطفل مبكرا و تمديد عرقوب أخيل في حالة تكرار أو استمرار الاعوجاج أو علاج متأخر.

بالنسبة للقدم الفحج فالجراحة العظامية و المفصلية هي التي تعطي أحسن النتائج. أما بالنسبة للقدم الرحاء فيستعمل النقل الوتري عندما نعالج الطفل باكرا و تستعمل الجراحة المفصلية المزدوجة لاحقا في آخر النمو.

و لقد سجلنا في المصلحة التي قمنا بدراستنا فيها بان التقنية المفصلية هي تمديد العضلات التوأم متبوعة بتمديد عرقوب أخيل لتقويم القدم الأفقد, و تعطي هذه التقنيات نتائج جد مشجعة.

و أخيرا يجب الملاحظة أن لا يمكن فصل مشاكل الرجل من العضو السفلي بأكمله و هذا ما يبرر الجراحة المتعددة المواقع و المعالجة الشاملة المتعددة الاختصاصات.



# *Bibliographie*



1. **Cans C.**  
*Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Dev Med Child Neurol. 48, pp, 816–824. 2000*
2. **Bax M. et al.**  
*Proposed definition and classification of cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. Vol. 47, pp. 5/1–5/6. 2005*
3. **Tardieu G.**  
*Le dossier clinique de l'IMC, CDI, Paris. 1980*
4. **Azulay J-P, Assaiante C, Vaugoyeau M, Serratrice G, Amblard B.**  
*Exploration instrumentale des troubles de la marche EMC-Neurologie, 2 (1), February, pp. 26–43. 2005*
5. **Pennçot GF**  
*Orthopédie pédiatrique, chap VII : l'infirmité motrice cérébrale. 2001*
6. **Koman A. et al.**  
*Cerebral palsy. The Lancet. 15 May, Vol. 363, pp. 1619– 1631. 2004*
7. **Tardieu G.**  
*Les feuillets de l'infirmité motrice cérébrale. Paris: Association nationale des Infirmes Moteurs Cérébraux ANIMC Ed. 1969*
8. **Amiel-Tison C.**  
*L'infirmité motrice d'origine cérébrale. Masson Ed, Paris. 1997*
9. **Michael O'Shea T.**  
*Diagnosis, Treatment, and Prevention of Cerebral Palsy in Near-Term/Term Infants SCPE Collaborative Group. Developmental Medicine and Child Neurology; 42, pp. 816–824. 2000*
10. **Rosenbaum P, Paneth N., Leviton A., Goldstein M., & Bax, M.**  
*A report: The definition and classification of cerebral palsy april 2006. Developmental Medicine and Child Neurology, 49(2), pp. 8–14. 2007*
11. **N. Deriaz N. Garoflid J.**  
*Nielsen Revue Médicale Suisse Numéro : 2322 La hanche de l'enfant infirme moteur d'origine cérébrale. 2006*

12. Cans C.  
*Epidémiologie de la Paralysie cérébrale. Motricité cérébrale 2005, 26 :51-58.*
13. F. Bennaoui  
*L'infirmité motrice cérébrale, Archives de Pédiatrie 2015; 22(HS2):233-371P-294 Pédiatrie générale et sociale CHP Chtouka-Ait-Baha, Biougra, Maroc.*
14. Lespargot A., Quentin V., Pilliard D., Taussig G.  
*Pied de l'infirme moteur d'origine cérébrale (IMOC). EMC, Podologie, 27-120-A-25.2000*
15. Lebarbier P., Penneçot G.F., Cahuzac J.P  
*Problèmes orthopédiques de l'infirmité motrice d'origine cérébrale Problèmes courants d'orthopédie infantile Paris : Doin, pp.215-224.2001*
16. Penneçot G.F., Presedo A.  
*Physiopathologie des problèmes orthopédiques rencontrés chez l'infirme moteur cérébral marchant. De l'annonce du handicap à la prise en charge de l'adulte Montpellier : Sauramps Médical pp. 37-42.2005*
17. Cans.  
*L'infirmité motrice cérébrale (« Cerebral Palsy » ou CP) CHU de Grenoble, 38043 Grenoble Cedex 09.2007*
18. SCPE  
*Collaborative Group Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. 2000*
19. G.F, Penneçot  
*L'enfant diplégique marchant. Conférences d'enseignement de la Sofcot. Vol. 73, pp. 265-276.2000*
20. O'Connell, P.A et Al.  
*Foot deformities in children with cerebral palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics. 1998, 18, pp. 743-747.1998*
21. Bottos m, pharon, stanly et al.  
*Prévalence of cerebral palsy in north east italy from 1965 to 1989. Develop Med Child Neurol. 1999, (41): 26-39.*

22. Dinah S, Reddihough, Kevin J Collins.  
*The epidemiology and causes of cerebral palsy. Aust J Physiother.*2003;49(1):7-12.
23. Himmelmann K et al.  
*Epidemiology of CP. Hand b ClinNeurol, 2013; 111:163-7*
24. Al-asmari, maidoun; fantouch et al.  
*Cerebral palsy: incidence and clinical feature in saudi Arabia. DisabilRehabil. 2006; 28(22) : 1373-1377.*
25. Lebarbier, P.  
*Le pied de l'infirmes moteur d'origine cérébrale: problèmes diagnostiques et principes thérapeutiques. Conférences d'enseignement de la Sofcot. Vol. 55, pp. 159-168.1996*
26. Lebarbier, P.  
*Le pied de l'infirmes moteur cérébral. traités de podologie. EMC, 2008, Vol. [27-120-A-25].2008*
27. Novachek, T.F et Al.  
*Reliability and validity of the Gillette functional assessment questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities. J. Pediatric Orthop. 2000, 20, pp. 75-81.*
28. Jeannin C et Truscelli D.  
*Facteurs pronostiques de l'hémiplégie cérébrale infantile. Motr. cérébr, 8, pp. 57-67.1989*
29. Jennes A, Colin C, Germain G  
*Déficiences motrices et handicaps : Caractéristiques générales et prise en charge 2002/2003.*
30. Piat C et Allain J.  
*Pied plat valgus. Encycl Méd Chir (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Podologie, 27-060-A-10, 2000, 7 p.*
31. Ursei M, Thevenin-Lemoine C, Lebarbier P.  
*Pied de l'enfant paralysé cérébral. EMC Podologie 2016;12(2):1- 12 [Article 27-120-A-25].*
32. Muayad Kadhim and Freeman Miller.  
*Pes planovalgus deformity in children with cerebral palsy: review article. Journal of Pediatric Orthopaedics B 2014, 23:400-405.*

33. Ben Smail D, Kiefer C.  
*Évaluation clinique de la spasticité. Neurochirurgie 2003;49:190-6.*
34. Ashworth B.  
*Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. Practitioner 1964;192:540-2.*
35. Boyd RN, Graham HK.  
*Objective measures of clinical findings in the use of botulinum toxin type A for the management of children with cerebral palsy. Eur J Neurol 1999;6:23-35.*
36. Ross SA, Engsberg JR.  
*Relation between spasticity and strength in individuals with spastic diplegic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 2002;44:148-57.*
37. RADUSZYNSKI.I  
*LE PIED PLAT:APPROCHE CLINIQUE ET OSTEOPATHIQUE. Groupe de recherche et d'étude en médecine manuelle ostéopathie. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine- Rabat 2016.*
38. Gage, J.R.  
*Gait analysis. Cerebral Palsy.London : MacKeith Press, 1991.*
39. Zing E.  
*Examen clinique élémentaire en podologie. EMC (Elsevier Masson SAS, Paris), Podologie. 2008:27-030-A-05. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.*
40. Deland JT, Arnoczky SP, Thompson FM.  
*Adult acquired flatfoot deformity at the talonavicular joint: reconstruction of the springligament in an in vitro model. Foot & ankle. 1992;13:327-32. NajlaAttari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.*
41. Bennet, J.C et Al.  
*Varus and valgus deformities of the foot in cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 1982, pp. 499-503.*
42. Eilert, R.E.  
*Cavus foot in cerebral palsy. Foot and ankle.1984, 4, pp. 185-187.*

**43. Blecch, E.E.**

*Forefoot problems in cerebral palsy, diagnosis and management. Foot and Ankle. 1984, 4, pp. 189-194.*

**44. Khouri, N.**

*Anomalies orthopédiques rencontrées chez l'enfant et l'adolescent infirmes moteurs cérébraux. Séquelles neurologiques et sensorielles de la grande prématurité. Juillet-Août 2000, Vol. 3, 4, pp. 259-266.*

**45. Touzeau, C. et Al.**

*Les déformations rachidiennes chez l'IMOC. XXIXème réunion du groupe d'étude de la scoliose. pp. 150-155. 2008*

**46. Lebarbier, P.**

*Le membre inférieur paralytique. Traités de l'appareil locomoteur. EMC, 2002, Vol. [14-301-A-10].*

**47. Newman, christopher.**

*Prise en charge des troubles moteurs de l'enfant avec infirmité motrice cérébrale. Paediatrica vol 17 N°4.2004*

**48. 51Ahl, L.E et Al.**

*Functional therapy for children with cerebral palsy: an ecological approach. Dev Med Child Neurol. 2005, 47, pp. 613-615.*

**49. Carrelet, P. et Al.**

*Traitement de l'enfant infirme moteur cérébral par la toxine botulique A: mode d'action, place des injections dans la prise en charge. Arch. Pédiatr. 2002, 9, pp. 928-933.*

**50. Naumann, M. et Al.**

*Safety of botulinium toxin type A: a systematic review and meta-analysis. Curr.Med. Res. Opin.2004, 20, pp. 981-990. 104*

**51. Morton, RE et Al.**

*Botulinium toxin for cerebral palsy: where are we now? Arch. Dis. Child. 2004, 89, pp. 1133-1137.*

**52. Dohin B, Garin C , Vanhems P, Kohler R**

*Intérêt de la toxine botulique pour les suites opératoires en chirurgie des membres chez l'enfant infirme moteur cérébral. Revue de chirurgie orthopédique 2007, 93, pp. 674-681.*

53. Desloovre, K. et Al. 2001.  
*A randomized study of combined botulinum toxin type A and casting in the ambulant child with cerebral palsy using objective outcome measures. Eur. J. Neurol. 2001, 8 (suppl 5), pp. 75-87.*
54. Osgrove Ap, Orry Is, Raham Hk  
*Botulinum toxin in the management of the lower limb in cerebral palsy. Developmental Medicine and Child Neurology , 36 , pp. 386-396.1994*
55. Gage J.R.  
*The treatment of gait problems in cerebral palsy Cambridge: Mac Keith Press. 2004*
56. C. Boulay, M. Jacquemier, E. Castanier, H. Giorgi, G. Authier, V. Pomeroy, B. Chabrol.  
*Planovalgus foot deformity in cerebral palsy corrected by botulinum toxin injection in the perones longus Clinical and radiological evaluations in young children. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine 58 316-321.2015*
57. H. Benrhouma a,b,\*, J. Yacoubi b, I. Kraoua b, H. Klla b, I. Ben Youssef-Turki b, N. Gouider  
*Botulinum toxin in the management of spasticity in children Consultation mouvements anormaux et toxine botulique. Service de neurologie de l'enfant et de l'adolescent, Institut National Mongi Ben Hmida, rue Jebbari, La Rabta, 1007 Tunis, Tunisie*
58. Lespargot, A. et Al.  
*Pied de l'infirmoteur d'origine cérébrale. Traités de podologie. EMC, 2000, Vol. [27-120-A-25].*
59. LAHRACHE LAHRACHE  
*Les aspects orthopédiques du pied de l'enfant infirmoteur cérébral à propos de 100 cas. Thèse médecine- Rabat 2009. P 38-40.*
60. THOMAS DREHERPAM THOMASON  
*Long-term development of gait after multilevel surgery in children with cerebral palsy: a multicentre cohort study. 2012*
61. Xue-Cheng Liu, MD, David Embrey, PhD, Channing Tassone, MD, Kim Zvara, MD, Brenna Brandsma, DPT, Roger Lyon, MD, Karin Goodfriend, MD, Sergey Tarima, PhD, John Thometz,  
*Long-Term Effects of Orthoses Use on the Changes of Foot and Ankle Joint Motions of Children With Spastic Cerebral Palsy MD. 2017*

**62. Lebarbier, P.**

*Place de la chirurgie dans la prise en charge de l'infirmité motrice cérébrale, session: l'enfant infirme moteur cérébral spastique. Archives de pédiatrie. 2006, 13, pp. 615-617.*

**63. Wicart P.**

*Toullec E. Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte 2010 Elsevier Masson SAS. 157-173.*

**64. Lebarbier, P. et Al.**

*Le pied de l'enfant spastique: actualisation de nos indications. [auteur du livre] Ch. Herisson et L. Simon. Actualités en médecine et chirurgie du pied. s.l: Masson, 1992, pp. 192-199.*

**65. Lebarbier, P. et Al.**

*Stratégie et techniques chirurgicales chez l'infirme moteur d'origine cérébrale. Stratégie et techniques chirurgicales en orthopédie pédiatrique. Montpellier : Sauramps Médical, 1992.*

**66. Penneçot G.F.P.**

*La chirurgie multisites chez l'enfant IMC marchant ou déambulant. La Gazette de la Société française d'orthopédie pédiatrique 16Montpellier: Sauramps Médical.2005*

**67. Lebarbier P, Ursei M.**

*Chirurgie multi-sites chez le paralysé cérébral marchant ou à potentiel de marche. EMC (Elsevier Masson SAS), Techniques chirurgicales – Orthopédie–Traumatologie, pp. 44-533.2009*

**68. Carlier A.**

*Niveau de concordance des avis des parents et des enfants après chirurgie multi-étagée chez l'enfant paralysé cérébral marchant : qualité de vie des enfants et satisfaction. Université de Lorraine; 2013.*

**69. Penneçot G-F, Collectif.**

*Marche Pathologique de l'Enfant Paralysé Cérébral : Marche normale, Analyse et compréhension des phénomènes pathologiques, Traitement, Evaluation. Montpellier: Sauramps Médical; 2009. 333 p.*

**70. TOMOS A EDWARDS<sup>1</sup>, TIM THEOLOGIS<sup>1</sup>, JAMES WRIGHT<sup>2</sup>**

*Predictors affecting outcome after single-event multilevel surgery in children with cerebral palsy: a systematic 1 Oxford Gait Laboratory, Nuffield Orthopaedic Centre, Oxford; 2 Botnar Research Centre, University of Oxford, Oxford, UK. 1999*

**71. THOMAS DREHERPAM THOMASON**

*Long-term development of gait after multilevel surgery in children with cerebral palsy: a multicentre cohort study. 2013*

**72. Decq Ph, Filipetti P,**

*Les neurotomies périphériques dans le traitement de la spasticité. 1991*

**73. Lebarbier, P. et Al.**

*Résultats des neurectomies des jumeaux dans le traitement du pied spastique de l'infirmoteur d'origine cérébrale. Ann. Réadapt. Méd. Phys. 1989, 32, pp. 365-374.*

**74. Khalil N, Paysant J, Beis J-M, Poircuitte J-M, Mangin M, Barla M, et al.**

*Résultats clinique et instrumental des neurotomies sélectives complètes des nerfs du triceps sural et du tibial postérieur dans le pied varus équin spastique de l'adulte. Rev Chir Orthopédique Traumatol. nov 2014;100(7):S237.*

**75. P. Journeau**

*Les techniques d'allongement du tendon d'Achille – (Hôpital d'Enfants, chirurgie Infantile Orthopédique, CHU de Nancy).2006*

**76. HERRING JA AND AL**

*Tachdjian's Pediatric Orthopaedics" Philadelphia, Third edition, W.B. Saunders Company ed, 2002, 3 volumes*

**77. Javors, J.R. et Al.**

*The Vulpius procedure for correction of equinus deformity in cerebral palsy. J. Pediatr. Orthop. 7, pp. 191-193.*

**78. Strayer, I.M.**

*Gastrocnemius recession five-years report of cases. J. Bone Joint Surg Am. 1958, 40, pp. 1019-1030.*

**79. M.tylkowski, Mike Horan, and donna J.Oeffinge**

*Outcomes of gastrocnemius-soleus complex lengthening for isolated equines contracture in children with cerebral palsy. 2009*

**80. Chen, MD, Justin Greisberg, MD**

*Achilles Lengthening Procedures Lan. 2013*

81. Agarwal A, Qureshi NA, Kumar P, Garg A, Gupta N.  
*Ultrasonographic evaluation of achilles tendons in clubfeet before and after percutaneous tenotomy. J Orthop Sur (Hong Kong) 2012;20(1):71—4.*
82. Cheng-Li Lina,b,c, Chii-Jeng Linb, Ming-Tung Huangb, Wei-Ren Sub,c and Tung-Tai Mesh  
*Achilles tendon lengthening - a new method to treat equinus deformity in patients with spastic cerebral palsy: surgical technique and early results. 2013*
83. Michèle Kläusler, Bernhard Maria Speth, Reinald Brunner, Oren Tirosh, Carlo Camathia, Erich Rutz.  
*Long-term Follow-up after Tibialis Anterior Tendon Shortening in Combination with Achilles Tendon Lengthening in Spastic Equinus in Cerebral Palsy. 2007*
84. Erich Rutz , Richard Baker , Oren Tirosh , Jacqueline Romkes , Celina Haase, Reinald Brunner  
*Tibialis anterior tendon shortening in combination with Achilles tendon lengthening in spastic equinus in cerebral palsy. 2008*
85. Eli Saleh, Dahan-Olie  
*Functional Gains in Children With Spastic Hemiplegia Following a Tendon Achilles Lengthening Using Computerized Adaptive Testing—A Pilot Study 2018*
86. Robert M. Kaya,b, Susan A. Rethlefsena, James A. Ryanc and Tishya A. L. Wrena,  
*Outcome of gastrocnemius recession and tendo-achilles lengthening in ambulatory children with cerebral palsy. 2009*
87. Steinwender, G. et Al.  
*Fixed and dynamic equinus in cerebral palsy: evaluation of ankle fuction after multilevel surgery. J. Pediatr. Orthop. 2001, 21, pp. 102–107.*
88. Lyon, R. et Al.  
*Kinematic and kinetic evaluation of the ankle joint before and after tendo Achilles lengthening in patients with cerebral palsy. J. Pediatr. Orthop. 2005, 25, pp. 479–483.*
89. Sharrard, WJ et Al.  
*Equinus deformity in cerebral palsy: a comparaisn between elongation of tendo calcaneus and gastrocnemius recession. J. Bone Joint Surg. 1972, Vol. 54B, 2, pp. 272–276.*
90. Grice DS  
*An extra-articular arthrodesis of the subastragalar joint for correction of paralytic flatfeet in children. J Bone Joint Surg Am 1952;34(4):927–940.*

91. Hsu, L.S.C., Jaffray, D  
*The Batchelor Grice extra-articular subtalar arthrodesis. J. Bone Joint Surg., 68B:125-127, 1986.*
  
92. Grice, D.S.  
*Further experience with extra-articular arthrodesis of the subtalar joint. J. Bone Joint Surg. 37A:246-259, 1955.*
  
93. Scott, S.M., Janes, P.C., Steven, P.M.  
*Grice subtalar arthrodesis followed to skeletal maturity. J. Pediatric Orthop., 8:176- 183,1988.*
  
94. Yoon HK, Park KB, Roh JY, Park HW, Chi HJ, Kim HW  
*Extraarticular subtalar arthrodesis for pes planovalgus: An interim result of 50 feet in patients with spastic diplegia. Clin Orthop Surg 2010;2(1):13-21.*
  
95. Schnepf J.  
*Le pied plat valgus statique. Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Appareil locomoteur, 14-110-A 10, 1986*
  
96. Jeray, Kyle J, Rentz, Jamie; Ferguson, Ron L.  
*Local bone-Graft technique for Subtalar Extraarticular Arthrodesis in Cerebral Palsy. Volume 18(1), January 1998, pp 75-80.*
  
97. Melih Güvena, Abbas Tokyayb, Budak Akmana, Mehmet E. Encana and Faik Altıntaş.  
*Modified Grice-Green subtalar arthrodesis performed using a partial fibular graft yields satisfactory results in patients with cerebral palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics B 2015,*
  
98. Melih Guven, Abdullah Eren, Budak Akman, Koray Unay, Namık Kemal Ozkan.  
*The results of the Grice subtalar extra-articular arthrodesis for pes planovalgus deformity in patients with cerebral palsy. Acta Orthop Traumatol Turc 2008;42(1):31-37.*
  
99. S. Bourelle, J. Cottalorda, V. Gautheron, Y. Chavrier.  
*Extra-articular subtalar arthrodesis A LONG-TERM FOLLOW-UP IN PATIENTS WITH CEREBRAL PALSY. J Bone Joint Surg [Br] 2004;86-B:737- 42.*
  
100. Gad G. Guttmann, M.D.  
*Subtalar Arthrodesis in Children with Cerebral Palsy: Results Using Iliac Bone Plug. Foot & Ankle/Vol. 10, No. 4/February 1990.*

101. FucsPMMB, Svartman C, Kertzman P, Kusabara A, Bussolaro FA, RossettiFTR.  
*Tratamento do pé plano-valgo espástico pela arthroereisis de Pisani. Rev BrasOrtop. 1997;32:145-52.*
102. Luiz Antonio Angelo da Silva, Patricia Maria Morais de Barros Fucs.  
*SIRGICAL TREATMENT OF PLANOVALGUS FOOT IN CEREBRAL PALSY BY PISANI'S ARTHROEREISIS. Acta OrtopBras. [online]. 2010 ;18(3) :162-5.*
103. Crawford AH, Kucharzyk D, Roy DR, Bilbo J  
*Subtalar stabilization of the planovalgus foot by staple arthroereisis in young children who have neuromuscular problems. J Bone Joint Surg Am 1990;72(6):840-845.*
104. Vedantam R, Capelli AM, Schoenecker PL  
*Subtalar arthroereisis for the correction of planovalgus foot in children with neuromuscular disorders. J Pediatr Orthop 1998;18(3):294-298.*
105. detj.  
*Indications et technique de l'opération du cavalier. Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot. 1977; 63(8): 780-1.*
106. Lebarbier,  
*Le pied de l'infirme moteur d'origine cérébrale: problèmes diagnostiques et principes thérapeutiques. P. 1996. Conférences d'enseignement de la Sofcot. Vol. 55, pp. 159-168.*
107. Taussig, G. et Al.  
*L'opération de Grice chez l'enfant infirme moteur d'origine cérébrale: résultats à long terme. Motricité cérébrale. 1983, 4, pp. 101-116.*
108. GianniniS, CeccarelliF, BenedettiMG, CataniF, FaldiniC.  
*Surgical treatment of flexible flatfoot in children: a four-year follow-up study. J Bone Jt Surg. 2001; 83 (Supplement 2, Part 2): 73-9.*
109. Evans D.  
*Calcaneo-valgus deformity. J Bone Joint Surg Br 1975 ; 57 : 270-8.*  
*Mosca VS. Calcaneal lengthening osteotomy for valgus deformity of the hind-foot. J Bone Joint Surg Am 1995 ; 77 :500-12.*
110. Wicart P, Seringe R.  
*Ostéotomies du tarse. Encyl Méd Chir (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales, Orthopédie-Traumatologie, 44-920, 2010.*

111. **Mosca VS**  
*Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot: Results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot. J Bone Joint Surg Am 1995;77(4):500-512.*
112. **Andreacchio A, Orellana CA, Miller F, Bowen T.**  
*Lateral column lengthening as treatment for planovalgus foot deformity in ambulatory children with spastic cerebral palsy. J Pediatr Orthop 2000; 20:501- 505.*
113. **Chi-An Luo, MD, Hsuan-Kai Kao, MD,**  
*Limits of Calcaneal Lengthening for Treating Planovalgus Foot Deformity in Children With Cerebral Palsy. Foot & Ankle International. 1-7.*
114. **Volker Ettl, MD; Nicole Wollmerstedt, MD; Stephan Kirschner,**  
*Calcaneal Lengthening for Planovalgus Deformity in Children with Cerebral Palsy. Foot & Ankle International/Vol. 30, No. 5/May 2009*
115. **Won Joon Yoo, MD, Chin Youb Chung,.**  
*Calcaneal Lengthening for the Planovalgus Foot Deformity in Children with Cerebral Palsy. J Pediatr Orthop \_ Volume 25, Number 6, November/December 2005.*
116. **Ki Hyuk Sung MD , Chin Youb Chung MD, Kyoung Min Lee MD, Seung Yeol Lee MD, Moon Seok Park MD.**  
*Calcaneal Lengthening for Planovalgus Foot Deformity in Patients With Cerebral Palsy. 2007*
117. **Krägeloh-Mann I, Cans C.**  
*Cerebral palsy update. Brain Dev 2009;31:537-44*
118. **Ledford CK, Nunley JA II, Viens NA, et al.**  
*Bovine xenograft failures in pediatric foot reconstructive surgery. J Pediatr Orthop. 2013;33:458-463.*
119. **Taussig, G. et Al. 1990.**  
*La chirurgie tendineuse du pied varus équin de l'enfant et l'adolescent infirmes moteurs cérébraux. Rev. Chir. Orthop. 1990, 76, pp. 128-136.*
120. **Dwyer F.**  
*The treatment of relapsed clubfoot by the insertion of a wedge into the calcaneum. J. Bone joint Surg., 1963, 45-B : 67-75.*

121. Green Adi, Lloyd-Roberts G.D,  
*The results of early posterior release in resistant clubfoot.J. Bone joint surg, 1985, 07-B: 588-93*
122. Bensahel h, Csukoyi Z, Desgrippes Y, Chaumien J.P,  
*SURGERY,In residual clubfoot: one stage medioposterior release "a la carte".Pediat.Orthop.1987, 7: 145-48.*
123. Isaacs et Coll.  
*The muscles in club foot J.B.J.S, 1977, 59B: 465-472*
124. Seringe R.  
*Pied bot varus equin congenital.Acta Orthopadica Belgica, 1999: 65-2.*
125. Zeller R. Seringe R.  
*Chirurgie du pied bot varus equin congenital encycl Med chir(elssevier, Paris)*  
*Techniquechirurgicale Orthopedie-traumatologie EMC 44-921,1995-podologie,1999,8p*
126. Haasbeek J.F, Wright J G.  
*Acomparaison of the long-term results of posterior and comprehensive release in the treatment of club foot.J.Pediatric.Orthop, 1977; 17; 29-35*
127. Green Adi, Lloyd-Roberts G.D,  
*The results of early posterior release in resistant clubfoot.J. Bone joint surg, 1985, 07-B: 588-93*
128. Serige, Wicart  
*Chirurgie du pied bot varus equin congenital.*  
*Emc technique chirurgicales. Orthopedie traumatologie 2011 ; 44-921*
129. Zeller R. Seringe R.  
*Chirurgie du pied bot varus equin congenital encycl Med chir(elssevier, Paris)*  
*Techniquechirurgicale Orthopedie-traumatologie EMC 44-921,1995-podologie,1999,8p*
130. Barnes, M.J et Al.  
*Combined split anterior tibial-tendon transfer an intra-muscular lengthening of the posterior tibial tendon. J. Bone Joint Surg. 1991, Vol. 73A, 5, pp. 734-738.*

**131. Scott, A.C et Al.**

*The use of dynamic EMG in predicting the outcome if split posterior tibial tendon transfers in spastic hemiplegia. J. Pediatr. Orthop. 2006, 26, pp. 777-780.*

**132. Maria Vlachou<sup>1</sup>, Dimitris Dimitriadis.**

*Split tendon transfers for the correction of spastic varus foot deformity: a case series study 2010*

**133. Oganesyanyan OV, Istomina IS , Kuzmin VI**

*Treatment of equinovarus deformity in adults with the use of a hinged distraction apparatus J Bone Joint Surg (Am), 1996,78 : 546-56*

**134. Karima Atarraf<sup>1</sup>, Mounir Arroud<sup>1</sup>, Lamiae Chater<sup>1</sup>, My Abderrahmane**

*La place de la double arthrodèse dans la prise en charge du pied bot varus équin invétéré Afifi<sup>1</sup> 1 Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Sidi Mohammed Ben Abdullah, Service d'Orthopédie Pédiatrique, CHU Hassan II, Fès, Maroc. 2014*

**135. Mosca, V.**

*Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot: results in children who had severe symptomatic flatfoot and skexfoot. J. Bone Joint Surg Am. 1995, 77, pp. 500-512.*

**136. Muir, D. et Al.**

*Tibio-talocalcaneal arthrodesis for severe calcaneovalgus deformity in cerebral palsy. J. Pediatr. Orthop. 2005, 25, pp. 651-656.*

# قسم الطب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف  
والأحوال باذلاً وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض  
والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.  
وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلاً رعايتي الطبية للقريب والبعيد،  
للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.  
وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخاً لكل زميل في المهنة الطبية  
متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سرّي وعلانيتي، نقيّة مما يُشِينها تجاه  
الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيدا

**العلاج الجراحي للقدم عند الطفل المصاب بالشلل الدماغي : تجربة  
مصلحة تقويم وجراحة العظام للأطفال بالمستشفى الجامعي محمد  
السادس بمراكش**

**الأطروحة**

قدمت ونوقشت علانية يوم 2019/05/28

من طرف

**السيد : إدريس الإدريسي**

المزداد في 16 يوليوز 1993 بمراكش

**لنيل شهادة الدكتوراه في الطب**

**الكلمات الأساسية:**

الطفل – الشلل الدماغي – الجراحة

**اللجنة**

الرئيس

المشرف

الحكام



**السيد**

**ر. الفيزازي**

أستاذ في جراحة الأطفال

**السيد**

**ط. سلامة**

أستاذ مبرز في جراحة الأطفال

**السيد**

**أ. أغوتان**

أستاذ في جراحة الأطفال

**السيد**

**م. بوالروس**

أستاذ في طب الأطفال

**السيد**

**ن. رضا**

أستاذ في طب الأطفال

