

UNIVERSITE MOHAMMED V - RABAT
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT-

ANNEE: 2018

THESE N°: 294

**PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT VALGUS
CHEZ L'INFIRME MOTEUR D'ORIGINE CEREBRALE**

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le :

PAR

Mlle. Lamya SAYAR
Née le 22 Juin 1990 à Salé

Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine

MOTS CLES : Pied plat valgus – IMOC – Enfant – Adolescent –
Indications thérapeutiques.

JURY

Mr. T. EL MADHI

Professeur de Traumato-Orthopédie Pédiatrique

Mr. S. Z. EL ALAMI EL FELLOUS

Professeur de Traumato-Orthopédie Pédiatrique

Mr. M. KISRA

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

Mr. H. ZERHOUNI

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

Mr. R. OULAHYANE

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

**PRESIDENT &
RAPPORTEUR**

JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا
إننا أنت العليم الحكيم

سورة البقرة: الآية: 31

بِسْمِ اللَّهِ
الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT

DOYENS HONORAIRES :

1962 – 1969 : Professeur Abdelmalek FARAJ
1969 – 1974 : Professeur Abdellatif BERBICH
1974 – 1981 : Professeur Bachir LAZRAK
1981 – 1989 : Professeur Taieb CHKILI
1989 – 1997 : Professeur Mohamed Tahar ALAOUI
1997 – 2003 : Professeur Abdelmajid BELMAHI
2003 – 2013 : Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI



ADMINISTRATION :

Doyen : Professeur Mohamed ADNAOUI
Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes
Professeur Mohammed AHALLAT
Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération
Professeur Taoufiq DAKKA
Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie
Professeur Jamal TAOUFIK
Secrétaire Général : Mr. Mohamed KARRA

1- ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS

**ET
PHARMACIENS**

PROFESSEURS :

Décembre 1984

Pr. MAAOUNI Abdelaziz
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
Pr. SETTAF Abdellatif

Médecine Interne – **Clinique Royale**
Anesthésie -Réanimation
pathologie Chirurgicale

Novembre et Décembre 1985

Pr. BENSAID Younes

Pathologie Chirurgicale

Janvier, Février et Décembre 1987

Pr. CHAHED OUZZANI Houria
Pr. LACHKAR Hassan
Pr. YAHYAOUI Mohamed

Gastro-Entérologie
Médecine Interne
Neurologie

Décembre 1988

Pr. BENHAMAMOUCH Mohamed Najib
Pr. DAFIRI Rachida

Décembre 1989

Pr. ADNAOUI Mohamed
Pr. CHAD Bouziane
Pr. OUZZANI Taïbi Mohamed Réda

Janvier et Novembre 1990

Pr. CHKOFF Rachid
Pr. HACHIM Mohammed*
Pr. KHARBACH Aïcha
Pr. MANSOURI Fatima
Pr. TAZI Saoud Anas

Février Avril Juillet et Décembre 1991

Pr. AL HAMANY Zaïtounia
Pr. AZZOUZI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rabéa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif
Pr. BENSOUDA Yahia
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZZAD Rachid
Pr. CHABRAOUI Layachi
Pr. CHERRAH Yahia
Pr. CHOKAIRI Omar
Pr. KHATTAB Mohamed
Pr. SOULAYMANI Rachida
Pr. TAOUFIK Jamal

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUDA Adil
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib
Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza
Pr. CHRAIBI Chafiq
Pr. DEHAYNI Mohamed*
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. GHAFIR Driss*
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. TAGHY Ahmed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Noureddine
Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika

Chirurgie Pédiatrique
Radiologie

Médecine Interne – Doyen de la FMPR
Pathologie Chirurgicale
Neurologie

Pathologie Chirurgicale
Médecine-Interne
Gynécologie -Obstétrique
Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation

Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation – Doyen de la FMPO
Néphrologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Biochimie et Chimie
Pharmacologie
Histologie Embryologie
Pédiatrie
Pharmacologie – Dir. du Centre National PV
Chimie thérapeutique V.D à la pharmacie+Dir du CEDOC

Chirurgie Générale V.D Aff. Acad. et Estud
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Gastro-Entérologie
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Neurochirurgie
Cardiologie
Médecine Interne
Anatomie
Chirurgie Générale
Microbiologie



Radiothérapie
Biophysique
Biophysique

Pr. CHRAIBI Abdelmjid

Pr. EL AMRANI Sabah
Pr. EL BARDOUNI Ahmed
Pr. EL HASSANI My Rachid
Pr. ERROUGANI Abdelkader
Pr. ESSAKALI Malika
Pr. ETTAYEBI Fouad
Pr. HADRI Larbi*
Pr. HASSAM Badredine
Pr. IFRINE Lahssan
Pr. JELTHI Ahmed
Pr. MAHFOUD Mustapha
Pr. RHRAB Brahim
Pr. SENOUCI Karima

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
Pr. ABDELHAK M'barek
Pr. BELAIDI Halima
Pr. BENTAHILA Abdelali
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali
Pr. BERRADA Mohamed Saleh
Pr. CHAMI Ilham
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
Pr. JALIL Abdelouahed
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

Mars 1995

Pr. ABOUQUAL Redouane
Pr. AMRAOUI Mohamed
Pr. BAIDADA Abdelaziz
Pr. BARGACH Samir
Pr. CHAARI Jilali*
Pr. DIMOU M'barek*
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine*
Pr. EL MESNAOUI Abbas
Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
Pr. HDA Abdelhamid*
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Décembre 1996

Pr. AMIL Touriya*
Pr. BELKACEM Rachid
Pr. BOULANOUAR Abdelkrim
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
Pr. GAOUZI Ahmed
Pr. MAHFOUDI M'barek*
Pr. OUADGHIRI Mohamed
Pr. OUZEDDOUN Naima

Endocrinologie et Maladies Métaboliques

Doyen de la FMPA

Gynécologie Obstétrique
Traumato-Orthopédie
Radiologie
Chirurgie Générale- **Directeur CHIS**
Immunologie
Chirurgie Pédiatrique
Médecine Interne
Dermatologie
Chirurgie Générale
Anatomie Pathologique
Traumatologie – Orthopédie
Gynécologie –Obstétrique
Dermatologie

Urologie
Chirurgie – Pédiatrique
Neurologie
Pédiatrie
Gynécologie – Obstétrique
Traumatologie – Orthopédie
Radiologie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Oto-Rhino-Laryngologie
Cardiologie - **Directeur HMI Med V**
Urologie
Ophtalmologie
Génétique
Réanimation Médicale

Radiologie
Chirurgie Pédiatrie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Radiologie
Traumatologie-Orthopédie
Néphrologie



Pr. ZBIR EL Mehdi*

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BEN SLIMANE Lounis
Pr. BIROUK Nazha
Pr. ERREIMI Naima
Pr. FELLAT Nadia
Pr. HAIMEUR Charki*
Pr. KADDOURI Nouredine
Pr. KOUTANI Abdellatif
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
Pr. TAOUFIQ Jallal
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Novembre 1998

Pr. AFIFI RAJAA
Pr. BENOMAR ALI
Pr. BOUGTAB Abdesslam
Pr. ER RIHANI Hassan
Pr. BENKIRANE Majid*
Pr. KHATOURI ALI*

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*
Pr. AIT OUMAR Hassan
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd
Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
Pr. ECHARRAB El Mahjoub
Pr. EL FTOUH Mustapha
Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
Pr. ISMAILI Hassane*
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim*
Pr. TACHINANTE Rajae
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia
Pr. AJANA Fatima Zohra
Pr. BENAMR Said
Pr. CHERTI Mohammed
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
Pr. EL HASSANI Amine
Pr. EL KHADER Khalid
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah*
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
Pr. MAHASSINI Najat
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae
Pr. ROUIMI Abdelhadi*

Cardiologie

Gynécologie-Obstétrique
Urologie
Neurologie
Pédiatrie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Psychiatrie
Gynécologie Obstétrique

Gastro-Entérologie
Neurologie – **Doyen de la FMP Abulcassis**
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Hématologie
Cardiologie

Pneumophtisiologie
Pédiatrie
Pédiatrie
Pneumo-phtisiologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Traumatologie Orthopédie- **Dir. Hop. Av. Marr.**
Anesthésie-Réanimation **Inspecteur du SSM**
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne



Neurologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie **Directeur Hop. Chekikh Zaied**
Urologie
Rhumatologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Anatomie Pathologique
Pédiatrie
Neurologie

Décembre 2000

Pr. ZOHAIR ABDELAH*

ORL

Décembre 2001

Pr. BALKHI Hicham*
Pr. BENABDELJILIL Maria
Pr. BENAMAR Loubna
Pr. BENAMOR Jouda
Pr. BENELBARHDADI Imane
Pr. BENNANI Rajae
Pr. BENOACHANE Thami
Pr. BEZZA Ahmed*
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
Pr. BOUMDIN El Hassane*
Pr. CHAT Latifa
Pr. DAALI Mustapha*
Pr. DRISSE Sidi Mourad*
Pr. EL HIJRI Ahmed
Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
Pr. EL MADHI Tarik
Pr. EL OUNANI Mohamed
Pr. ETTAIR Said
Pr. GAZZAZ Miloudi*
Pr. HRORA Abdelmalek
Pr. KABBAJ Saad
Pr. KABIRI EL Hassane*
Pr. LAMRANI Moulay Omar
Pr. LEKEHAL Brahim
Pr. MAHASSIN Fattouma*
Pr. MEDARHRI Jalil
Pr. MIKDAME Mohammed*
Pr. MOHSINE Raouf
Pr. NOUINI Yassine
Pr. SABBAH Farid
Pr. SEFIANI Yasser
Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Anesthésie-Réanimation
Neurologie
Néphrologie
Pneumo-phtisiologie
Gastro-Entérologie
Cardiologie
Pédiatrie
Rhumatologie
Anatomie
Radiologie
Radiologie
Chirurgie Générale
Radiologie
Anesthésie-Réanimation
Neuro-Chirurgie
Chirurgie-Pédiatrique
Chirurgie Générale
Pédiatrie **Directeur. Hop.d'Enfants**
Neuro-Chirurgie
Chirurgie Générale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Thoracique
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Médecine Interne
Chirurgie Générale
Hématologie Clinique
Chirurgie Générale
Urologie **Directeur Hôpital Ibn Sina**
Chirurgie Générale
Chirurgie Vasculaire Périphérique
Pédiatrie



Décembre 2002

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*
Pr. AMEUR Ahmed *
Pr. AMRI Rachida
Pr. AOURARH Aziz*
Pr. BAMOU Youssef *
Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
Pr. BENZEKRI Laila
Pr. BENZZOUBEIR Nadia
Pr. BERNOUSSI Zakiya
Pr. BICHRA Mohamed Zakariya*
Pr. CHOHO Abdelkrim *
Pr. CHKIRATE Bouchra

Anatomie Pathologique
Urologie
Cardiologie
Gastro-Entérologie
Biochimie-Chimie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Anatomie Pathologique
Psychiatrie
Chirurgie Générale
Pédiatrie

Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair
Pr. EL HAOURI Mohamed *
Pr. FILALI ADIB Abdelhai
Pr. HAJJI Zakia
Pr. IKEN Ali
Pr. JAAFAR Abdeloihab*
Pr. KRIOUILE Yamina
Pr. LAGHMARI Mina
Pr. MABROUK Hfid*
Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss*
Pr. OUJILAL Abdelilah
Pr. RACHID Khalid *
Pr. RAISS Mohamed
Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha*
Pr. RHOU Hakima
Pr. SIAH Samir *
Pr. THIMOU Amal
Pr. ZENTAR Aziz*

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
Pr. AMRANI Mariam
Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
Pr. BENKIRANE Ahmed*
Pr. BOUGHALEM Mohamed*
Pr. BOULAADAS Malik
Pr. BOURAZZA Ahmed*
Pr. CHAGAR Belkacem*
Pr. CHERRADI Nadia
Pr. EL FENNI Jamal*
Pr. EL HANCHI ZAKI
Pr. EL KHORASSANI Mohamed
Pr. EL YOUNASSI Badreddine*
Pr. HACHI Hafid
Pr. JABOUIRIK Fatima
Pr. KHARMAZ Mohamed
Pr. MOUGHIL Said
Pr. OUBAAZ Abdelbarre*
Pr. TARIB Abdelilah*
Pr. TIJAMI Fouad
Pr. ZARZUR Jamila

Janvier 2005

Pr. ABBASSI Abdellah
Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
Pr. ALLALI Fadoua
Pr. AMAZOUZI Abdellah
Pr. AZIZ Noureddine*
Pr. BAHIRI Rachid
Pr. BARKAT Amina
Pr. BENYASS Aatif
Pr. BERNOUSSI Abdelghani

Chirurgie Pédiatrique
Dermatologie
Gynécologie Obstétrique
Ophtalmologie
Urologie
Traumatologie Orthopédie
Pédiatrie
Ophtalmologie
Traumatologie Orthopédie
Gynécologie Obstétrique
Oto-Rhino-Laryngologie
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Générale
Pneumophtisiologie
Néphrologie
Anesthésie Réanimation
Pédiatrie
Chirurgie Générale

Ophtalmologie
Anatomie Pathologique
Oto-Rhino-Laryngologie
Gastro-Entérologie
Anesthésie Réanimation
Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Neurologie
Traumatologie Orthopédie
Anatomie Pathologique
Radiologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie
Cardiologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Traumatologie Orthopédie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Ophtalmologie
Pharmacie Clinique
Chirurgie Générale
Cardiologie



Chirurgie Réparatrice et Plastique
Chirurgie Générale
Rhumatologie
Ophtalmologie
Radiologie
Rhumatologie
Pédiatrie
Cardiologie
Ophtalmologie

Pr. DOUDOUH Abderrahim*
Pr. EL HAMZAOUI Sakina*
Pr. HAJJI Leila
Pr. HESSISSEN Leila
Pr. JIDAL Mohamed*
Pr. LAAROUSSI Mohamed
Pr. LYAGOUBI Mohammed
Pr. NIAMANE Radouane*
Pr. RAGALA Abdelhak
Pr. SBIHI Souad
Pr. ZERAIDI Najia

Décembre 2005

Pr. CHANI Mohamed

Avril 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
Pr. AKJOUJ Said*
Pr. BELMEKKI Abdelkader*
Pr. BENCHEIKH Razika
Pr. BIYI Abdelhamid*
Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
Pr. BOULAHYA Abdellatif*
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
Pr. DOGHMI Nawal
Pr. FELLAT Ibtissam
Pr. FAROUDY Mamoun
Pr. HARMOUCHE Hicham
Pr. HANAFI Sidi Mohamed*
Pr. IDRIS LAHLOU Amine*
Pr. JROUNDI Laila
Pr. KARMOUNI Tariq
Pr. KILI Amina
Pr. KISRA Hassan
Pr. KISRA Mounir
Pr. LAATIRIS Abdelkader*
Pr. LMIMOUNI Badreddine*
Pr. MANSOURI Hamid*
Pr. OUANASS Abderrazzak
Pr. SAFI Soumaya*
Pr. SEKKAT Fatima Zahra
Pr. SOUALHI Mouna
Pr. TELLAL Saida*
Pr. ZAHRAOUI Rachida

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid
Pr. ACHACHI Leila
Pr. ACHOUR Abdessamad*
Pr. AIT HOUSSA Mahdi*
Pr. AMHAJJI Larbi*
Pr. AOUI Sarra

Biophysique
Microbiologie
Cardiologie (mise en disponibilité)
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Cardio-vasculaire
Parasitologie
Rhumatologie
Gynécologie Obstétrique
Histo-Embryologie Cytogénétique
Gynécologie Obstétrique

Anesthésie Réanimation

Rhumatologie
Radiologie
Hématologie
O.R.L
Biophysique
Chirurgie - Pédiatrique
Chirurgie Cardio - Vasculaire
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation
Microbiologie
Radiologie
Urologie
Pédiatrie
Psychiatrie
Chirurgie - Pédiatrique
Pharmacie Galénique
Parasitologie
Radiothérapie
Psychiatrie
Endocrinologie
Psychiatrie
Pneumo - Phtisiologie
Biochimie
Pneumo - Phtisiologie



Réanimation médicale
Pneumo phtisiologie
Chirurgie générale
Chirurgie cardio vasculaire
Traumatologie orthopédie
Parasitologie

Pr. BAITE Abdelouahed*
 Pr. BALOUCH Lhousaine*
 Pr. BENZIANE Hamid*
 Pr. BOUTIMZINE Nourdine
 Pr. CHARKAOUI Naoual*
 Pr. EHIRCHIOU Abdelkader*
 Pr. ELABSI Mohamed
 Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
 Pr. EL OMARI Fatima
 Pr. GHARIB Noureddine
 Pr. HADADI Khalid*
 Pr. ICHOU Mohamed*
 Pr. ISMAILI Nadia
 Pr. KEBDANI Tayeb
 Pr. LALAOUI SALIM Jaafar*
 Pr. LOUZI Lhousain*
 Pr. MADANI Naoufel
 Pr. MAHI Mohamed*
 Pr. MARC Karima
 Pr. MASRAR Azlarab
 Pr. MRABET Mustapha*
 Pr. MRANI Saad*
 Pr. OUZZIF Ez zohra*
 Pr. RABHI Monsef*
 Pr. RADOUANE Bouchaib*
 Pr. SEFFAR Myriame
 Pr. SEKHSOKH Yessine*
 Pr. SIFAT Hassan*
 Pr. TABERKANET Mustafa*
 Pr. TACHFOUTI Samira
 Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*
 Pr. TANANE Mansour*
 Pr. TLIGUI Houssain
 Pr. TOUATI Zakia

Décembre 2007

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

Décembre 2008

Pr ZOUBIR Mohamed*
 Pr TAHIRI My El Hassan*

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali*
 Pr. AGDR Aomar*
 Pr. AIT ALI Abdelmounaim*
 Pr. AIT BENHADDOU El hachmia

Anesthésie réanimation **Directeur ERSM**
 Biochimie-chimie
 Pharmacie clinique
 Ophtalmologie
 Pharmacie galénique
 Chirurgie générale
 Chirurgie générale
 Anesthésie réanimation
 Psychiatrie
 Chirurgie plastique et réparatrice
 Radiothérapie
 Oncologie médicale
 Dermatologie
 Radiothérapie
 Anesthésie réanimation
 Microbiologie
 Réanimation médicale
 Radiologie
 Pneumo phtisiologie
 Hématologie biologique
 Médecine préventive santé publique et hygiène
 Virologie
 Biochimie-chimie
 Médecine interne
 Radiologie
 Microbiologie
 Microbiologie
 Radiothérapie
 Chirurgie vasculaire périphérique
 Ophtalmologie
 Chirurgie générale
 Traumatologie orthopédie
 Parasitologie
 Cardiologie



Ophtalmologie

Anesthésie Réanimation
 Chirurgie Générale

Médecine interne
 Pédiatre
 Chirurgie Générale
 Neurologie

Pr. AKHADDAR Ali*
 Pr. ALLALI Nazik
 Pr. AMINE Bouchra
 Pr. ARKHA Yassir
 Pr. BELYAMANI Lahcen*
 Pr. BJIJOU Younes
 Pr. BOUHSAIN Sanae*
 Pr. BOUI Mohammed*
 Pr. BOUNAIM Ahmed*
 Pr. BOUSSOUGA Mostapha*
 Pr. CHAKOUR Mohammed *
 Pr. CHTATA Hassan Toufik*
 Pr. DOGHMI Kamal*
 Pr. EL MALKI Hadj Omar
 Pr. EL OUENNASS Mostapha*
 Pr. ENNIBI Khalid*
 Pr. FATHI Khalid
 Pr. HASSIKOU Hasna *
 Pr. KABBAJ Nawal
 Pr. KABIRI Meryem
 Pr. KARBOUBI Lamya
 Pr. L'KASSIMI Hachemi*
 Pr. LAMSAOURI Jamal*
 Pr. MARMADE Lahcen
 Pr. MESKINI Toufik
 Pr. MESSAOUDI Nezha *
 Pr. MSSROURI Rahal
 Pr. NASSAR Ittimade
 Pr. OUKERRAJ Latifa
 Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani *

PROFESSEURS AGREGES :

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha
 Pr. AMEZIANE Taoufiq*
 Pr. BELAGUID Abdelaziz
 Pr. BOUAITY Brahim*
 Pr. CHADLI Mariama*
 Pr. CHEMSI Mohamed*
 Pr. DAMI Abdellah*
 Pr. DARBI Abdellatif*
 Pr. DENDANE Mohammed Anouar
 Pr. EL HAFIDI Naima
 Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
 Pr. EL MAZOUZ Samir
 Pr. EL SAYEGH Hachem
 Pr. ERRABIH Ikram
 Pr. LAMALMI Najat
 Pr. MOSADIK Ahlam
 Pr. MOUJAHID Mountassir*
 Pr. NAZIH Mouna*

Neuro-chirurgie
 Radiologie
 Rhumatologie
 Neuro-chirurgie
 Anesthésie Réanimation
 Anatomie
 Biochimie-chimie
 Dermatologie
 Chirurgie Générale
 Traumatologie orthopédique
 Hématologie biologique
 Chirurgie vasculaire périphérique
 Hématologie clinique
 Chirurgie Générale
 Microbiologie
 Médecine interne
 Gynécologie obstétrique
 Rhumatologie
 Gastro-entérologie
 Pédiatrie
 Pédiatrie
 Microbiologie ***Directeur Hôpital My Ismail***
 Chimie Thérapeutique
 Chirurgie Cardio-vasculaire
 Pédiatrie
 Hématologie biologique
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Cardiologie
 Pneumo-phtisiologie



Anesthésie réanimation
 Médecine interne
 Physiologie
 ORL
 Microbiologie
 Médecine aéronautique
 Biochimie chimie
 Radiologie
 Chirurgie pédiatrique
 Pédiatrie
 Radiologie
 Chirurgie plastique et réparatrice
 Urologie
 Gastro entérologie
 Anatomie pathologique
 Anesthésie Réanimation
 Chirurgie générale
 Hématologie biologique

Pr. ZOUAIDIA Fouad

Anatomie pathologique

Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed
Pr. ABOUELALAA Khalil*
Pr. BELAIZI Mohamed*
Pr. BENCHEBBA Driss*
Pr. DRISSI Mohamed*
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna
Pr. EL KHATTABI Abdessadek*
Pr. EL OUAZZANI Hanane*
Pr. ER-RAJI Mounir
Pr. JAHID Ahmed
Pr. MEHSSANI Jamal*
Pr. RAISSOUNI Maha*

Chirurgie Pédiatrique
Anesthésie Réanimation
Psychiatrie
Traumatologie Orthopédique
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Médecine Interne
Pneumophtisiologie
Chirurgie Pédiatrique
Anatomie pathologique
Psychiatrie
Cardiologie

Février 2013

Pr. AHID Samir
Pr. AIT EL CADI Mina
Pr. AMRANI HANCHI Laila
Pr. AMOUR Mourad
Pr. AWAB Almahdi
Pr. BELAYACHI Jihane
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain
Pr. BENCHEKROUN Laila
Pr. BENKIRANE Souad
Pr. BENNANA Ahmed*
0.
Pr. BENSGHIR Mustapha*
Pr. BENYAHIA Mohammed*
Pr. BOUATIA Mustapha
Pr. BOUABID Ahmed Salim*
Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba
Pr. CHAIB Ali*
Pr. DENDANE Tarek
Pr. DINI Nouzha*
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa
Pr. ELFATEMI Nizare
Pr. EL GUERROUJ Hasnae
Pr. EL HARTI Jaouad
Pr. EL JOUDI Rachid*
Pr. EL KABABRI Maria
Pr. EL KHANNOUSSI Basma
Pr. EL KHLOUFI Samir
Pr. EL KORAICHI Alae
Pr. EN-NOUALI Hassane*
Pr. ERRGUIG Laila

Pharmacologie – Chimie
Toxicologie
Gastro-Entérologie
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Réanimation Médicale
Anesthésie Réanimation
Biochimie-Chimie
Hématologie biologique
Informatique Pharmaceutique

Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chimie Analytique
Traumatologie Orthopédie
Anatomie
Cardiologie
Réanimation Médicale
Pédiatrie
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Neuro-Chirurgie
Médecine Nucléaire
Chimie Thérapeutique
Toxicologie
Pédiatrie
Anatomie Pathologie
Anatomie
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Physiologie



Pr. FIKRI Meryim
Pr. GHFIR Imade
Pr. IMANE Zineb
Pr. IRAQI Hind
Pr. KABBAJ Hakima
Pr. KADIRI Mohamed*
Pr. LATIB Rachida
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra
Pr. MEDDAH Bouchra
Pr. MELHAOUI Adyl
Pr. MRABTI Hind
Pr. NEJJARI Rachid
Pr. OUBEJJA Houda
Pr. OUKABLI Mohamed*
Pr. RAHALI Younes
Pr. RATBI Ilham
Pr. RAHMANI Mounia
Pr. REDA Karim*
Pr. REGRAGUI Wafa
Pr. RKAIN Hanan
Pr. ROSTOM Samira
Pr. ROUAS Lamiaa
Pr. ROUIBAA Fedoua*
Pr. SALIHOUN Mouna
Pr. SAYAH Rochde
Pr. SEDDIK Hassan*
Pr. ZERHOUNI Hicham
Pr. ZINE Ali*

Radiologie
Médecine Nucléaire
Pédiatrie
Endocrinologie et maladies métaboliques
Microbiologie
Psychiatrie
Radiologie
Médecine Interne
Pharmacologie
Neuro-chirurgie
Oncologie Médicale
Pharmacognosie
Chirurgie Pédiatrique
Anatomie Pathologique
Pharmacie Galénique
Génétique
Neurologie
Ophtalmologie
Neurologie
Physiologie
Rhumatologie
Anatomie Pathologique
Gastro-Entérologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Cardio-Vasculaire
Gastro-Entérologie
Chirurgie Pédiatrique
Traumatologie Orthopédie

Avril 2013

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim*
Pr. GHOUNDALE Omar*
Pr. ZYANI Mohammad*

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Urologie
Médecine Interne

***Enseignants Militaires**



MARS 2014

ACHIR ABDELLAH
BENCHAKROUN MOHAMMED
BOUCHIKH MOHAMMED
EL KABBAJ DRISS
EL MACHTANI IDRISSE SAMIRA
HARDIZI HOUYAM
HASSANI AMALE
HERRAK LAILA
JANANE ABDELLA TIF
JEAIDI ANASS
KOUACH JAOUAD
LEMNOUER ABDELHAY
MAKRAM SANAA
OULAHYANE RACHID
RHISSASSI MOHAMED JM FAR
SABRY MOHAMED
SEKKACH YOUSSEF
TAZL MOUKBA. : LA.KLA.

***Enseignants Militaires**

DECEMBRE 2014

ABILKACEM RACHID'
AIT BOUGHIMA FADILA
BEKKALI HICHAM
BENAZZOU SALMA
BOUABDELLAH MOUNYA
BOUCHRIK MOURAD
DERRAJI SOUFIANE
DOBLALI TAOUFIK
EL AYOUBI EL IDRISSE ALI
EL GHADBANE ABDEDAIM HATIM
EL MARJANY MOHAMMED
FEJJAL NAWFAL
JAHIDI MOHAMED
LAKHAL ZOUHAIR
OUDGHIRI NEZHA
Rami Mohamed
SABIR MARIA
SBAI IDRISSE KARIM

***Enseignants Militaires**

Chirurgie Thoracique
Traumatologie- Orthopédie
Chirurgie Thoracique
Néphrologie
Biochimie-Chimie
Histologie- Embryologie-Cytogénétique
Pédiatrie
Pneumologie
Urologie
Hématologie Biologique
Généco-logie-Obstétrique
Microbiologie
Pharmacologie
Chirurgie Pédiatrique
CCV
Cardiologie
Médecine Interne
Généco-logie-Obstétrique

Pédiatrie
Médecine Légale
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Maxillo-Faciale
Biochimie-Chimie
Parasitologie
Pharmacie Clinique
Microbiologie
Anatomie
Anesthésie-Réanimation
Radiothérapie
Chirurgie Réparatrice et Plastique
O.R.L
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Psychiatrie
Médecine préventive, santé publique et Hyg.



AOUT 2015

Meziane meryem
Tahri latifa

Dermatologie
Rhumatologie

JANVIER 2016

BENKABBOU AMINE
EL ASRI FOUAD
ERRAMI NOUREDDINE
NITASSI SOPHIA

Chirurgie Générale
Ophtalmologie
O.R.L
O.R.L

2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS / PRs. HABILITES

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naïma	Biochimie – chimie
Pr. ALAOUI KATIM	Pharmacologie
Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma	Histologie-Embryologie
Pr. ANSAR M'hammed	Chimie Organique et Pharmacie Chimique
Pr. BOUHOUCHE Ahmed	Génétique Humaine
Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz	Applications Pharmaceutiques
Pr. BOURJOUANE Mohamed	Microbiologie
Pr. CHAHED OUAZZANI Lalla Chadia	Biochimie – chimie
Pr. DAKKA Taoufiq	Physiologie
Pr. DRAOUI Mustapha	Chimie Analytique
Pr. EL GUESSABI Lahcen	Pharmacognosie
Pr. ETTAIB Abdelkader	Zootéchnie
Pr. FAOUZI Moulay El Abbes	Pharmacologie
Pr. HAMZAOUI Laila	Biophysique
Pr. HMAMOUCHE Mohamed	Chimie Organique
Pr. IBRAHIMI Azeddine	Biologie moléculaire
Pr. KHANFRI Jamal Eddine	Biologie
Pr. OULAD BOUYAHYA IDRISSE Med	Chimie Organique
Pr. REDHA Ahlam	Chimie
Pr. TOUATI Driss	Pharmacognosie
Pr. ZAHIDI Ahmed	Pharmacologie
Pr. ZELLOU Amina	Chimie Organique


*Mise à jour le 14/12/2016 par le
Service des Ressources Humaines*





بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ وَالصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ عَلَى أَشْرَفِ الْخَلْقِ
أَجْمَعِينَ

Je remercie Dieu tout Puissant pour tout ce que
j'étais, tout ce que je suis, et tout ce que je serai.



*À ceux qui me sont les plus chers
À ceux qui ont toujours crus en moi
À ceux qui m'ont toujours encouragé
Je dédie cette thèse à*

*A mon très cher père (SAYAR Mohammed), et
ma très chère mère (EZZIRAOUI Saâdia).*

*Aucune phrase, aucun mot ne saurait exprimer à sa juste
valeur le respect et l'amour que je vous porte.*

*Vous m'avez entouré d'une grande affection, et vous avez été
toujours pour moi un grand support dans mes moments les
plus difficiles.*

*Sans vos précieux conseils, vos prières, votre générosité et
votre dévouement, je n'aurais pu surmonter le stress de ces
longues années d'étude.*

*Vous m'avez apporté toute la tendresse et l'affection dont j'ai
eu besoin. Vous avez veillé sur mon éducation avec le plus
grand soin.*

*Vous êtes pour moi l'exemple de droiture, de lucidité et de
persévérance.*

*A travers ce modeste travail, je vous remercie et prie dieu le
tout puissant qu'il vous garde en bonne santé et vous procure
une longue vie que je puisse vous combler à mon tour.*

Sans vous je ne suis rien. Je vous dois tout.



*A ma très chère sœur Khadija, et mon très cher
frère Ibrahim.*

*Aucune dédicace ne pourrait traduire ma gratitude et
ma profonde reconnaissance et mon amour.*

*Je vous dédie ce travail comme témoignage de mon
respect et mon amour éternel.*



A mon très cher frère Allal et son épouse Samira

En témoignage de ma grande affection.

Je vous remercie pour votre soutien et encouragements.

*Puisse Dieu combler votre vie de bonheur santé et
beaucoup de succès.*



A mes très chers amis

*Vous trouverez ici l'expression de mes sentiments les
plus sincères.*

*Avec tout mon amour, je vous souhaite
un avenir souriant.*



*Au président et rapporteur de la thèse :
Monsieur le Professeur T. EL MADHI
Chef de service de la traumatologie
pédiatrique à l'hôpital d'enfant de RABAT*

*Nous tenons à vous exprimer notre profonde
reconnaissance pour l'honneur que vous nous avez fait
en acceptant de diriger ce travail.*

*Vous nous avez toujours accueillis avec amabilité et
sympathie,*

malgré vos nombreuses occupations professionnelles.

*Votre haute compétence, votre gentillesse et vos conseils,
nous ont facilité l'élaboration de ce travail.*

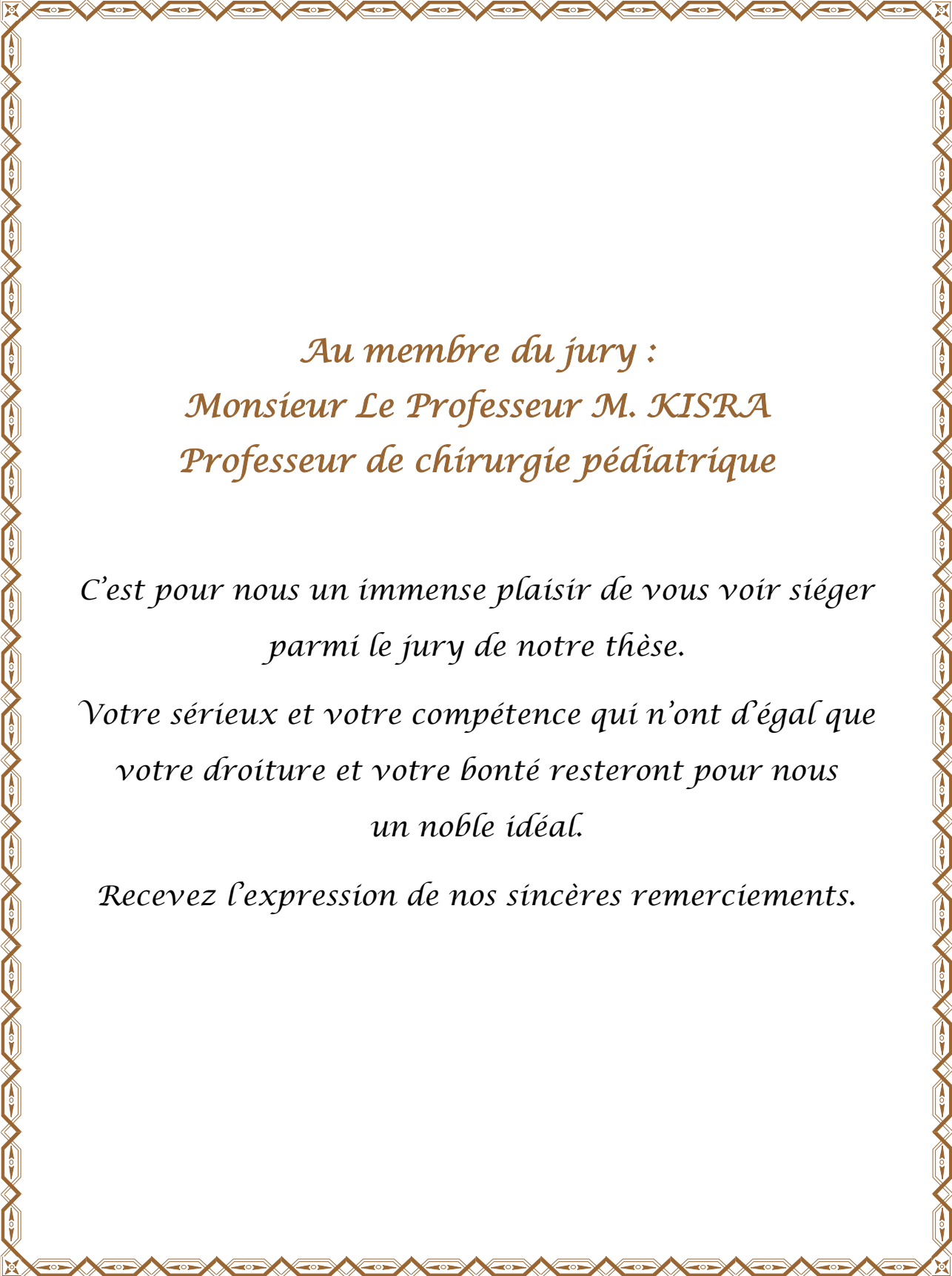
*Veillez trouver ici l'expression de notre vive gratitude,
notre profond respect et nos sincères remerciements.*

Au membre du jury :
Monsieur Le Professeur
S.Z. EL ALAMI EL FESLLOUS
Professeur de traumatologie pédiatrique

*Nous sommes profondément touchés par votre
gentillesse,
votre accueil et vos remarquables qualités humaines et
professionnelles qui méritent toute admiration et tout
respect.*

*Vous nous avez porté honneur en acceptant de juger
ce travail.*

*Veillez accepter, l'expression de notre profond respect
et notre reconnaissance.*




Au membre du jury :
Monsieur Le Professeur M. KISRA
Professeur de chirurgie pédiatrique

*C'est pour nous un immense plaisir de vous voir siéger
parmi le jury de notre thèse.*

*Votre sérieux et votre compétence qui n'ont d'égal que
votre droiture et votre bonté resteront pour nous
un noble idéal.*

Recevez l'expression de nos sincères remerciements.



Au membre du jury :
Monsieur Le Professeur H. ZERHOUNI
Professeur de chirurgie pédiatrique

*Nous sommes particulièrement touchés de l'honneur que
vous nous faites en acceptant de juger ce travail.*

*Vous avez suscité notre grande admiration par votre
compétence et votre modestie.*

*Veillez agréer nos dévouements et notre éternelle
reconnaissance.*



Au membre du jury :
Monsieur le Professeur R. OULAHYANE
Professeur de Chirurgie Pédiatrique

*Nous sommes très heureux de l'honneur que vous avez
fait en acceptant de siéger parmi ce respectable jury.*

*Nous avons toujours apprécié votre compétence, votre
modestie et la rigueur de votre enseignement.*

*Veillez croire, cher maître, en notre profonde estime et
notre haute considération.*



*Liste
des abréviations*

ABRÉVIATIONS

AFO	: Ankle-foot orthosis (orthèse cheville-pied)
AOFAS	: American Orthopedic Foot and Ankle Society
AP	: Antéro-postérieure
ATCD	: Antécédent
CMS	: Commande musculaire sélective.
GMFCS	: Gross Motor Function Classification System
GRAFO	: Ground reaction AFO (orthèse cheville-pied à effet de sol)
IMC	: Infirmité motrice cérébrale
IMOC	: Infirmité motrice d'origine cérébrale
IRM	: Imagerie par résonance magnétique
M1	: Premier métatarsien
M2	: Deuxième métatarsien
M5	: Cinquième métatarsien
PC	: Paralysie cérébrale
TTP	: Tendon tibial postérieur



*Liste
des illustrations*

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Fiche résumant les paramètres étudiés.

Figure 2 : Diagramme montrant la répartition selon l'âge.

Figure 3 : Diagramme montrant répartition selon le côté atteint.

Figure 4 : Score AOFAS —American Orthopedic Foot and Ankle Society's (AOFAS) Ankle-Hindfoot scale.

Figure 5 : Histogramme montrant le score AOFAS calculé avant et après la chirurgie.

Figure 6 : Pied plat valgus bilatérale chez une patiente âgée de 13 ans, opéré du coté droit par une triple arthrodèse avec ostéotomie d'allongement calcanéen.

Figure 7 : Vues postérieures préopératoire (A), et postopératoire (B) chez une patiente qui présente un pied plat valgus bilatérale opéré du coté droit par une triple arthrodèse avec ostéotomie d'allongement calcanéen.

Figure 8 : Les os du pied.

Figure 9 : Les os du pied (suite).

Figure 10 : Les ligaments et tendons du pied et de la cheville.

Figure 11 : Les muscles du dos du pied (dissection superficielle).

Figure 12 : Les muscles du dos du pied (dissection profonde).

Figure 13 : Les muscles de la plante du pied (première couche).

Figure 14 : Les muscles de la plante du pied (deuxième couche).

Figure 15 : Les muscles de la plante du pied (troisième couche).

Figure 16 : Enfant IMC de 11 ans. Pieds plats éversés, dits « pieds plat valgus».

Figure 17 : Pied valgus chez un enfant avec une diplégie spastique.

Figure 18 : Vue de l'empreinte du pied droit en appui sur un podoscope.

Figure 19 : Tracer des axes de l'avant-pied et de l'arrière-pied sur l'empreinte du pied droit prise sur le podoscope.

Figure 20 : Pied varus équin droit et équin valgus gauche chez un patient avec une quadriplégie spastique.

Figure 21 : Vues antérieure, et postérieure des pieds d'un garçon ambulant de 7 ans ayant une paralysie cérébrale avec pieds plats valgus, montrant le valgus de l'arrière-pied et l'abduction de l'avant-pied.

Figure 22 : Test de Silfverskiöld : rétraction des gastrocnémiens.

Figure 23 : Étude dynamique du pied plat valgus chez l'IMOC.

Figure 24 : Baropodométrie dynamique normale en phase d'appui.

Figure 25 : Profil baropodométrique normal ; courbe d'index de force latéro-médiale normale.

Figure 26 : Profil baropodométrique du pied plat.

Figure 27 : Assise plantaire de référence.

Figure 28 : Empreintes plantaires chez une patiente avec pied plat valgus sévère bilatéral et hallux valgus.

Figure 29 : Empreinte plantaire au podoscope du pied plat.

Figure 30 : Radiographies de profil en charge.

Figure 31 : Pied de face en charge en incidence bifocale.

Figure 32 : Mesure de l'abduction par l'angle talo-M2 sur pied normal et pied plat.

Figure 33 : Mesure de l'angle de couverture de la tête du talus normal et augmenté dans le pied plat.

Figure 34 : Incidence de Méary.

Figure 35 : Premier temps du moulage des semelles orthopédiques.

Figure 36 : Vues antéropostérieures d'enfants atteints de paralysie cérébrale avec pied plat valgus associé à une hyperactivité du long fibulaire, montrant la morphologie du pied avant et après l'injection de toxine botulique de type A

Figure 37 : Radiographies du médio-pied montrant le changement des angles : Metatarsal stacking angle, talo-1^{er} métatarsien latéral, et talocalcanéen avant et après l'injection de toxine botulique de type A.

Figure 38 : Radiographies de l'arrière-pied montrant les changements de l'angle d'incidence calcanéenne, et l'angle antéro-postérieur de la cheville (valgus de l'arrière-pied) avant et après l'injection de toxine botulique de type A.

Figure 39 : Schéma d'allongement sous cutané par glissement du tendon d'Achille.

Figure 40 : Schéma d'allongement du TTP proximale.

Figure 41 : Illustration de l'arthrodèse extra-articulaire décrite par Grice qui utilise une greffe osseuse corticale placée dans le sinus tarse.

Figure 42 : Ostéotomie fibulaire appliquée à l'aide d'une scie oscillante.

Figure 43 : Figure montrant une greffe osseuse fibulaire partielle semi-circulaire.

Figure 44 : Des radiographies du pied d'un enfant diplégique spastique de 11 ans avant et après une arthrodèse extra-articulaire sous-talienne.

Figure 45 : Arthrodèse extra-articulaire sous-talienne utilisant une greffe osseuse locale avec fixation interne.

Figure 46 : Aspect peropératoire de la mise en place de la vis de Pisani.

Figure 47 : Aspects cliniques du pied d'un enfant IMC, avant (a) et après(b) une arthrorise avec la vis de Pisani.

Figure 48 : Radiographies du pied gauche traité par arthrorise du pisani en position debout.

Figure 49 : Opération du cavalier.

Figure 50 : Intervention du cavalier chez un garçon âgé de 7 ans et 10 mois.

Figure 51 : Figure montrant une arthrodèse sous-talienne extra-articulaire selon la technique de Dennyson-Fulford.

Figure 52 : Radiographies latérales en charge avant et après réduction du pied plat valgus selon la technique de Dennyson-Fulford avec fixation par vis canulée et insertion d'allogreffe circulaire.

Figure 53 : Radiographies latérales et AP en charge du pied d'un patient de 15 ans présentant un pied plat valgus neuromusculaire sévère bilatérale, avant et après une triple arthrodèse.

Figure 54 : Aspect clinique pré et postopératoire d'un pied plat-valgus traité par une arthrodèse articulaire talo-naviculaire.

Figure 55 : Radiographies latérales pré et postopératoire d'un pied plat-valgus traité par une arthrodèse articulaire talo-naviculaire.

Figure 56 : Radiographies AP pré et postopératoires d'un pied plat-valgus traité par une arthrodèse articulaire talo-naviculaire.

Figure 57 : Schémas AP et latéral d'un pied équin valgus avec effondrement de l'arche médiale et perte de la couverture talonaviculaire.

Figure 58 : Radiographies pré et postopératoires en charge du pied droit d'un enfant IMC, montrant un excellent résultat post-opératoire 3 ans après une ostéotomie d'allongement calcanéen d'Evans.

Figure 59 : Résultat du traitement chirurgical du pied plat valgus avec ostéotomie d'allongement du calcanéus chez un garçon diplégique de 5 ans avec PC mixte.

Figure 60 : Des images pré et postopératoires d'un pied plat valgus avant et après un traitement par ostéotomie simultanée des colonnes médiale et latérale.

Figure 61 : Schémas (vues dorsoplantaires) de la correction d'un pied plat valgus réductible par une Ostéotomie calcanéenne de translation médiale.

Figure 62 : Images montrant des vues latérales et médiales d'une ostéotomie calcanéocuboïdo-cunéiforme ou 3C.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau récapitulatif regroupant l'ensemble des données de nos patients.

Tableau 2 : Les principaux facteurs de risque des infirmités motrices d'origine cérébrale dans les études épidémiologiques.

Tableau 3 : Echelle d'Ashworth.

Tableau 4 : Echelle de Tardieu.

Tableau 5 : Commande musculaire sélective (CMS).

Tableau 6 : Évaluation de la force musculaire.

Tableau 7 : Résultats de l'ostéotomie d'allongement calcanéen dans différentes études et dans notre série.



SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
MATERIELS ET METHODES	5
I. Type d'étude	6
II. Patients	6
A. Critères d'inclusion	6
B. Critères d'exclusion	6
III. Fiche d'exploitation	6
RÉSULTATS	8
I. DONNEES DEMOGRAPHIQUES	12
A. L'âge	12
B. Le sexe	12
II. CARACTERISTIQUES CLINIQUES	12
A. Antécédents	12
B. Motifs de consultation	13
C. Examen clinique	13
1. Côté atteint	13
2. Déformations du pied	13
3. Examen au podoscope	13
4. Réductibilité	14
5. Score AOFAS préopératoire.....	14

III. DONNEES RADIOLOGIQUES	15
A. Radiographie standard	15
B. Examen tomodensitométrie et Imagerie par résonance magnétique	15
IV. PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE	15
A. Traitement orthopédique	15
B. Traitement chirurgical	15
1. Type d'anesthésie	16
2. Technique	16
3. Gestes associés	17
V. RESULTATS POST-OPERATOIRES	18
A. Recul	18
B. Satisfaction personnelle	18
C. Résultats morphologiques	18
D. Score AOFAS post-opératoire	18
E. Résultats radiologiques	19
F. Complications postopératoires tardives	19
DISCUSSION	25
I. Rappel anatomique du pied.....	26
A. Le squelette du pied	26
B. Le système articulaire du pied	32
C. Le système musculaire du pied	41

1) Les muscles longs ou extrinsèques	41
2) Les muscles courts ou intrinsèques du pied	42
D. La vascularisation du pied	50
E. L'innervation du pied	51
II. L'INFIRMITE MOTRICE D'ORIGINE CEREBRALE	51
A. Définitions	51
B. Epidémiologie de L'IMOC	53
C. Physiopathologie	53
D. Etiologies et facteurs de risques	55
E. Les formes cliniques	57
III. PIED PLAT VALGUS CHEZ L'IMOC	60
A. Définition	60
B. Anatomie pathologique	61
C. Physiopathologie	65
D. Diagnostic clinique	67
1. Signes fonctionnels	67
2. Interrogatoire	68
3. Examen clinique	68
a) Évaluation visuelle	69
b) Examen des amplitudes articulaires	71
c) Test de réductibilité	72

d) Évaluation de la Spasticité musculaire	73
e) Évaluation du contrôle musculaire	74
f) Évaluation de la force musculaire	75
g) Évaluation de la marche	76
h) Évaluation de la fonction motrice	79
4. Empreintes plantaires	80
E. Diagnostic radiologique	83
1. Incidence de profil en charge	83
2. Incidence de face dorsoplantaire en charge	85
3. Incidence de MEARY : Cheville de face en charge avec cerclage.....	87
4. Incidence de trois quarts interne = Pied déroulé	89
F. Traitement	90
1. Traitement médical	90
a) Traitement orthopédique	90
i. La rééducation	91
ii. Les orthèses	92
iii. Les semelles moulées et les chaussures sur mesure.....	94
b) Injections de toxine botulique	96
2. Traitement chirurgical	102
a) La chirurgie des parties molles	102
b) Les arthrodèses	105

i. L'arthrodèse extra-articulaire sous-talienne	105
ii. La triple arthrodèse	120
iii. Arthrodèse articulaire talonaviculaire	123
c) Les ostéotomies	126
i. Ostéotomie d'allongement de la colonne latérale	126
ii. Ostéotomies de raccourcissement de la colonne médiale	135
iii. Ostéotomie calcanéenne de translation médiale ou de médialisation de la tubérosité du calcaneus	137
iv. Ostéotomies triple C	138
CONCLUSION	140
RÉSUMÉS	143
BIBLIOGRAPHIE	147



L'Infirmité Motrice Cérébrale (IMC) n'est pas une maladie, mais un syndrome qui associe des troubles permanents de la motricité et de la posture, induisant une réduction de l'activité, dont l'origine est une lésion cérébrale ou une anomalie non progressive et définitive survenue sur un cerveau immature en voie de développement [1].

Bien que l'atteinte motrice soit au premier plan, un certain nombre de manifestations neurologiques peuvent être associées : épilepsie, troubles sensoriels, perceptifs, cognitifs, et troubles de la communication et du comportement. Des troubles orthopédiques peuvent apparaître secondairement. Les facultés intellectuelles sont cependant suffisamment conservées pour permettre une scolarisation.

Lorsqu'une déficience intellectuelle est associée, on parle alors **d'Infirmité Motrice d'Origine Cérébrale (IMOC)**.

Les Anglo-Saxons, eux, regroupent sous le terme « Cerebral Palsy », dont la traduction littérale est « Paralyse Cérébrale », tous les cas dont la symptomatologie clinique se rapporte à celle de l'IMC, quels que soient les autres déficits associés et quelle que soit l'étiologie.

L'expression « Polyhandicap » est quant à elle réservée aux enfants présentant une déficience mentale sévère ou profonde et une déficience motrice entraînant une restriction extrême de l'autonomie et des possibilités de perception, d'expression et de relation.

Selon Tardieu, l'infirmité motrice cérébrale représente environ la moitié des IMC/IMOC qui elle-même constitue les deux tiers des Paralysies Cérébrales [2].

L'atteinte du pied est quasi constante dans l'infirmité motrice d'origine cérébrale (IMOC). Dans cette affection, le pronostic de marche et la qualité de celle-ci, quand elle est acquise, sont des préoccupations premières et constantes pour la famille et les thérapeutes [3].

Les déformations, absentes à la naissance, se développent progressivement avec la croissance, en conséquence des déséquilibres musculaires (hypertonie ou faiblesse de certains groupes musculaires), des troubles de la commande et des troubles de la croissance musculaire. Chez l'enfant avec potentiel de marche, l'atteinte du pied peut rendre difficile la station debout et l'acquisition de la marche.

Pour le patient non marchant, les déformations du pied sont gênantes pour l'installation, la verticalisation et le chaussage [4].

Le pied plat valgus chez l'enfant atteint de paralysie cérébrale est une déformation complexe tridimensionnelle impliquant plusieurs articulations.

Il associe une déformation dans le plan sagittal (perte de l'arche médiale) dans le plan coronal (valgus de l'arrière-pied) et dans le plan axial ou transversal (abduction de l'avant-pied) [3].

L'évaluation du pied doit tenir compte de l'âge de l'enfant et de l'évolutivité avec la croissance. L'examen clinique comprend des bilans spécifiques: spasticité, contrôle et force musculaire. Pour le patient marchant, l'analyse quantifiée de la marche permet d'étudier la fonction du pied en rapport avec les autres articulations et les conséquences sur la marche.

L'ambulation et le transfert varient considérablement, allant de l'absence de préoccupations chez les patients légèrement affectés à des handicaps sévères chez les patients quadriplégiques.

Les objectifs du traitement sont de prévenir, réduire ou corriger les déformations, en fonction des capacités fonctionnelles de l'enfant. Le traitement est complexe et multidisciplinaire ; il vise tant la diminution des conséquences de la pathologie neurologique que la correction des anomalies déjà présentes et la prévention des récurrences [4].

En effet, bien que la lésion cérébrale ne soit pas évolutive, la plasticité cérébrale permet à l'enfant, dès les premières années de vie, de développer des suppléances qui vont compenser, dans des proportions variables, les conséquences fonctionnelles de cette lésion. On comprend alors l'intérêt d'un diagnostic et d'une prise en soins la plus précoce possible [2].

Dans ce travail, nous rapportons l'expérience du service de traumatologie orthopédique pédiatrique du CHU Ibn Sina de Rabat dans la prise en charge du pied plat valgus chez l'enfant infirme moteur d'origine cérébrale par différentes techniques orthopédiques et chirurgicales à propos de 25 pieds (14 patients).

L'objectif de cette étude est de détailler les principes de chaque technique, de comparer les résultats obtenus par chacune aux résultats des autres techniques et enfin de comparer ces résultats à ceux de la littérature.



*MATERIELS
ET METHODES*

I. Type d'étude :

Il s'agit d'une étude rétrospective réalisée au service de traumatologie orthopédie pédiatrique du CHU Ibn Sina de Rabat sur une période de 6 ans, étalée de 2010 à 2016. Le recul moyen est de 3 ans et 8 mois (3 ans-6 ans).

II. Patients :

Notre étude a concerné 14 patients (25 pieds) suivis au service de traumatologie orthopédie pédiatrique pour pied plat valgus secondaire à une paralysie cérébrale.

A. Critères d'inclusion :

Les patients :

- * Atteints d'infirmité motrice d'origine cérébrale.
- * Suivis pour pied plat valgus opéré.

B. Critères d'exclusion :

Les patients ayant :

- * Un pied plat valgus non opéré secondaire à d'autres étiologies.

III. Fiche d'exploitation :

Une fiche de renseignements (Figure 1) a été éditée pour recueillir l'ensemble des informations nécessaires à exploiter pour répondre aux objectifs de notre étude. Pour chaque pied, tous les items de cette fiche ont été remplis.

On a eu un problème dans le recueil des différentes mensurations radiologiques après le geste opératoire dans le tiers des cas.

<p>Identité : -Nom/Prénom : -Numéro d'entrée : -Age : -Sexe : M /F</p> <p>Antécédents : -Période néonatale : normale anormale -Développement psychomoteur : -Pathologies associées : -Cas similaire dans la famille : oui non -Traitement orthopédique ou chirurgical préalable : oui non</p> <p>Motif de consultation : -Douleur : oui non -Déformation : oui non -Usure des chaussures : oui non -Fatigabilité à la marche : oui non -Boiterie ou marche accroupie : oui non -Retards des acquisitions psychomotrices :</p> <p>Exam Clinique : -Forme clinique de l'IMOC : - hémiplégique : - diplégique : - quadriplégique : - monoplégique : -Statut de marche : -Autonome : -Avec aide : -Impossible : -Coté atteint : D G Bilat -Podoscope grade : I II III -Déformation de l'arrière-pied en valgus : -Déformation de l'avant-pied en abduction : -Réductible : oui non - Score AOFAS pré-op : /100 -Classification GMFCS : Niveau : I II III VI V -Les déformations associées :</p> <p>Radiographie du pied en charge: -Mesure des angles :</p> <p>★ De face : - Angle talo-calcaneen : - Angle talus-M1 : - Angle talonaviculaire : - Angle de couverture talo-naviculaire :</p>	<p>★ De profil : - Angle talo-calcaneen : - Angle talus-M1 : - Angle talonaviculaire : - Angle d'incidence du calcaneum : - Angle de declinaison du talus : - Angle d'inclinaison du talus :</p> <p>Bilan radiologique complémentaire : -Examen : TDM IRM</p> <p>Traitement : -Rééducation motrice : oui non -Traitement orthopédique : oui non -Traitement chirurgicale : oui non</p> <p> - Geste : - Traitement uni ou bilatérale - Gestes associés :</p> <p>-Traitement médical : -toxine botulique : oui non</p> <p>Résultats cliniques : -Durée du suivi : - évaluation selon : → Satisfaction personnelle : oui non → Disparition de la douleur : → Aspect du pied : → Amélioration de la marche : oui non → Podoscope grade : I II III → Score AOFAS post-op : - Complication et traitement :</p> <p>Résultats radiologiques : ★ De face : - Angle talo-calcaneen : - Angle talus-M1 : - Angle talonaviculaire : - Angle de couverture talo-naviculaire :</p> <p>★ De profil : - Angle talo-calcaneen : - Angle talus-M1 : - Angle talonaviculaire : - Angle d'incidence du calcaneum : - Angle de declinaison du talus : - Angle d'inclinaison du talus :</p>
---	--

Figure 1: Fiche résumant les paramètres étudiés



RÉSULTATS

cas	Identité		ANTCD	Etiologie	Motif de consultation					Examen clinique				Radiographie du pied		Bilan Radiologique complémentaire		Traitement					Résultats postopératoires					Recul (ans)		
	Age	Sexe			douleur	déformation	Usure des chaussures	fatigabilité	boiterie	Coté atteint	Podoscope	Réductibilité	Score AOFAS	Dorso-plantaire	profil	TDM	IRM	Rééducation	TTT orthopédique	Anesthésie	Geste	Gestes associés	Score AOFAS	Podoscope	Satisfaction personnelle	Complications	Radiographie du pied			
																											Dorso-plantaire		profil	
1	14	G	SNN	IMC	+	+++	++	+	+	bilat	III	-	35	a=60 b=30 c=25	d=10 e=15	-	-	+	+	R	Une triple arthrodèse+allongement du T d'achille et du péronier+ostéotomie d'allongement calcanéen avec greffon iliaque	-Chirurgie multisites -Arthrodèse MP du 1 ^{er} Orteil	50	I	+++	-	a=30 b=15 c=10	-	-	4
2	13	F	Convulsion NN	IMC	-	+++	++	++	++	bilat	III	-	40	a=60 b=45 c=30	d=10 e=30	-	-	+	+	R+S	Une triple arthrodèse+allongement du T d'achille et du péronier	Arthrodèse MP	50	I	+++	-	-	-	3	
3	14	F	SNN	IMC	+	+++	+++	++	++	bilat	III	-	38	a=55 b=40 c=30	d=5 e=20	-	-	+	+	R+S	Une triple arthrodèse+allongement du T péronier	-	55	II	+++	Agrafe gênante	-	-	5	
4	12	G	SNN	IMC	+	+++	+++	++	++	bilat	III	+-	35	a=60 b=50 c=35	d=5 e=20	-	-	+	+	R+S	Une triple arthrodèse+allongement du T péronier	-	60	I	+++	-	-	-	4	

5	13	F	SNN	IMC	+	+++	+++	++	++	bilat	III	+ -	44	a=70 b=35 c=35	d=8 e=30	-	-	+	+	R+ S	Une triple arthrodèse+allongement du T d'achille et du péronier+ostéotomie d'allongement calcanéen avec greffon iliaque	Arthrodèse MP	65	I	+++	-	-	-	6
6	13	F	SNN	IMC	+	+++	+++	++	++	bilat	III	+ -	45	a=65 b=35 c=40	d=8 e=28	-	-	+	+	R+ S	Une triple arthrodèse+allongement du T d'achille et du péronier	-	65	I	+++	-	-	-	5
7	8	F	SNN	IMC	-	+++	++	+	+	bilat	III	+	50	a=60 b=30 c=25	d=10 e=15	-	-	+	+	AG	Ostéotomie d'allongement calcanéen+ténotomie intramusculaire des péroniers	-	70	I	+++	-	a=25 b=10 c=10	-	3
8	10	G	Convulsion NN	IMC	-	++	++	++	+	unilat	II	+	55	a=55 b=35 c=30	d=10 e=15	-	-	+	+	AG	Ostéotomie d'allongement calcanéen+ténotomie intramusculaire des péroniers	-	80	I	+++	-	a=20 b=10 c=10	-	4
9	9	G	Ictère nucléaire	IMC	-	++	++	++	++	droit	III	+ -	55	a=50 b=35 c=30	d=15 e=15	-	-	+	+	AG	Ostéotomie d'allongement calcanéen+ténotomie intramusculaire des péroniers	Botox avant la chirurgie	80	I	++	-	a=25 b=10 c=10	-	4
10	7	G	SNN	IMC	-	++	++	++	++	bilat	III	+ -	50	a=55 b=35 c=30	d=15 e=10	-	-	+	+	AG	Ostéotomie d'allongement calcanéen+ténotomie intramusculaire des péroniers	chirurgie multisites+ Botox avant la chirurgie	85	I	+++	Déplacement de l'agrafe	a=20 b=5 c=5	-	3
11	10	F	SNN	IMC	-	++	++	++	++	bilat	III	+ -	55	a=50 b=30 c=25	d=15 e=10	-	-	+	+	AG	Ostéotomie d'allongement calcanéen+arthrodèse talo-naviculaire +allongement du tendon péronier	chirurgie multisites+ Botox avant la chirurgie	80	I	+++	Douleur mécanique à la marche	a=20 b=10 c=10	-	3

12	11	G	SNN	IMC	+	+++	++	++	+	bilat	III	+ -	50	-	-	-	-	+	+	AG	Ostéotomie d'allongement calcanéen+arthrodèse talo-naviculaire +allongement du tendon péronier	-	80	I	+++	-	a=17 b=10 c=5	-	3
13	8	F	Convulsion NN	IMC	-	++	++	++	+	bilat	III	+	45	a=70 b=35 c=40	d=10 e=15	-	-	+	+	AG	Ostéotomie d'allongement calcanéen+transfert du long péronier sur le tibial postérieur	-	80	I	+++	-	-	-	3
14	8	F	SNN	IMC	-	++	++	++	++	droit	III	+	50	a=60 b=30 c=25	d=10 e=15	-	-	+	+	AG	Ténotomie intramusculaire du court péronier+transfert du long péronier sur le tibial postérieur	Botox des péroniers avant la chirurgie	80	I	++	-	a=30 b=15 c=10	-	3

ATCD : Antécédents. a : Divergence talo-calcaneenne. b : Angle calcaneus-M5. c : Angle talus-M1. d : Angle d'inclinaison calcaneen. e : Angle de Meary.

T : tendon. NN : néonatal.

MP : métatarso-phalangienne. IMC : Infirmité motrice cérébrale. SNN : souffrance néonatale. Bilat : bilatéral. TTT : Traitement. G : garçon. F : fille.

R : rachianesthésie. S : sédation.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif regroupant l'ensemble des données de nos patients.

I. DONNEES DEMOGRAPHIQUES :

A. L'âge :

L'âge moyen de nos patients est de 10 ans et demi avec des extrêmes d'âge de 7 et 14 ans (Figure 2).

B. Le sexe :

Notre série comporte 8 filles et 6 garçons.

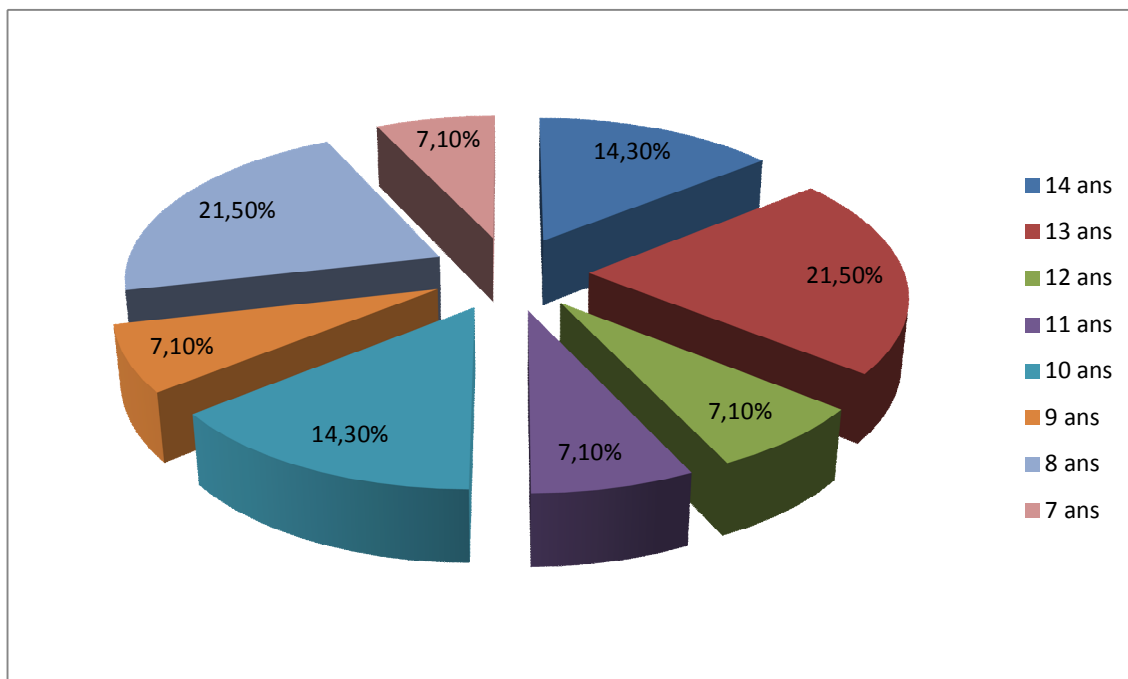


Figure 2 : Diagramme montrant la répartition selon l'âge.

II. CARACTERISTIQUES CLINIQUES :

A. Antécédents :

Dix enfants avaient comme ATCD une souffrance néonatale, trois enfants avaient un ATCD de convulsion néonatale, et un enfant avait comme ATCD un Ictère nucléaire.

B. Motifs de consultation :

La déformation, l'usure des chaussures, La fatigabilité à la marche et la boiterie étaient présentes chez tous les cas avec une importance variable d'un patient à l'autre.

La douleur était présente chez 12 pieds soit 48 %.

C. Examen clinique :

1. Côté atteint :

Dans notre série, 11 pieds (79%) étaient bilatéraux et 3 pieds (21%) étaient unilatéraux, dont 2 droits, et 1 gauche (Figure 3).

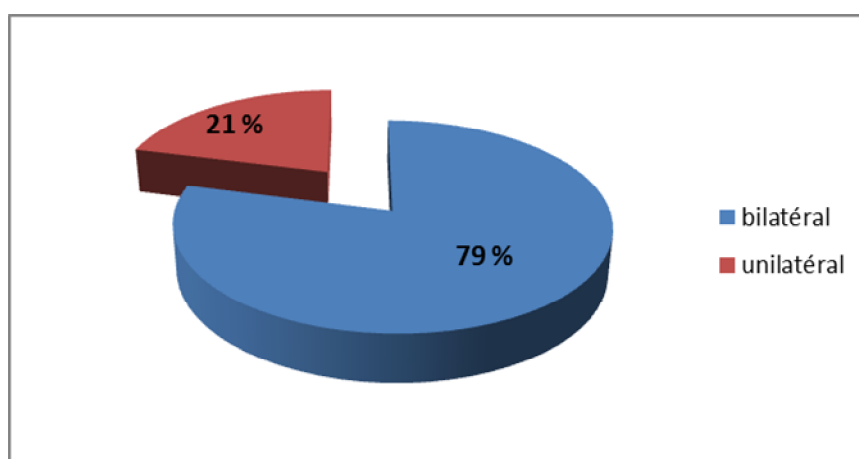


Figure 3: Diagramme montrant répartition selon le côté atteint.

2. Déformations du pied :

Tous les enfants présentaient une disparition de l'arche interne du pied.

Le valgus de l'arrière-pied et l'abduction de l'avant-pied étaient présents chez tous nos patients.

3. Examen au podoscope :

24 pieds sont classés 3ème degré selon la classification podoscopique (96%), et 1 pied classé 2ème degré (4%).

4. Réductibilité :

- 24% des pieds étaient réductibles totalement, soient 6 pieds.
- 52% des pieds étaient réductibles partiellement, soient 13 pieds.
- 24% des pieds étaient irréductibles, soient 6 pieds.

5. Score AOFAS préopératoire:

Le score AOFAS préopératoire variait de 35 à 55 avec une moyenne de 46 (Figure 4).

<i>Evaluation cheville..... /100 points</i>	
DOULEUR (40 points)/ 40 points	
Aucune	40
Moyenne, occasionnelle	30
Modérée, quotidienne	20
Sévère, constante	0
FONCTION (50 points)/ 50 points	
Limitation de l'activité	
-pas de limitation, pas d'aide	10
-pas de limitation des activités quotidiennes par contre limitation sportive, pas d'aide	7
-Limitation quotidienne, 1 canne	4
-Limitation sévère, cannes, Fauteuil, pâtre	0
Distance, périmètre de marche	
1km	5
400 à 600 mètres	4
200 à 400 mètres	2
moins de 200 mètres	0
Etat de la surface	
Tout type de terrain	5
Difficulté sur terrain incliné ou escalier	3
Difficulté sévère sur tout terrain	0
Analyse de la marche	
Normale	8
Trouble modéré	4
Boiterie franche	0
Mobilité en flexion et extension	
Normale ou > 30°	8
15 à 30°	4
Moins de 15°	0
Mobilité arrière pied (inversion et éversion)	
75 à 100% de la normale	6
27 à 75 % (modérée)	3
< 25 % enraidie	0
Stabilité de la cheville	
Stable	8
Instable	0
ALIGNEMENT (10 points)/ 10 points	
Bon, pied plantigrade, cheville et arrière pied axé	10
Faible désaxation, sans symptôme	5
Mauvais, pied non plantigrade, sévère désaxation, symptomatique	0

Figure 4: Score AOFAS —American Orthopedic Foot and Ankle Society's (AOFAS) Ankle-Hindfoot scale.

III. DONNEES RADIOLOGIQUES :

A. Radiographie standard :

Tous nos patients ont bénéficié de radiographies des 2 pieds de face et de profil.

L'étude de ces radiographies a montré une perturbation des mensurations avec une augmentation de la divergence talo-calcanéenne ($>25^\circ$), de l'angle calcanéus-M5 ($>0^\circ$) et de l'angle talo 1^{er}-métatarsien ($>5^\circ$) aux radiographies dorso-plantaires, et une diminution de l'Angle d'inclinaison calcanéen ($<25^\circ$) avec augmentation de l'angle de Meary ($>5^\circ$) aux radiographies de profil.

B. Examen tomodensitométrie et Imagerie par résonance magnétique :

Dans notre série, aucun patient n'a bénéficié d'une TDM ou IRM préopératoire.

IV. PRISE EN CHARGE THERAPEUTIQUE :

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

A. Traitement orthopédique :

Tous les patients ont bénéficié d'une kinésithérapie motrice et d'un traitement orthopédique comportant des semelles orthopédiques et des orthèses.

B. Traitement chirurgical :

Dans notre série tous les patients ont bénéficié d'un traitement chirurgical.

1. Type d'anesthésie :

13 pieds (52%) ont été opérés sous anesthésie générale, 10 pieds (40%) sous rachianesthésie + sédation, et 2 pieds (8%) sous rachianesthésie.

2. Technique :

4 pieds (2 irréductibles et 2 partiellement réductibles) ont bénéficié d'une triple arthrodèse avec allongement du tendon d'Achille et du péronier associée à une ostéotomie d'allongement calcanéen avec greffon iliaque.

4 pieds (2 irréductibles et 2 partiellement réductibles) ont bénéficié d'une triple arthrodèse avec allongement du tendon d'Achille et du péronier.

4 pieds (2 irréductibles et 2 partiellement réductibles) ont bénéficié d'une triple arthrodèse avec allongement du tendon péronier.

6 pieds (3 réductibles et 3 partiellement réductibles) ont bénéficié d'une ostéotomie d'allongement calcanéen avec ténotomie intramusculaire des péroniers.

4 pieds (partiellement réductibles) ont bénéficié d'une ostéotomie d'allongement calcanéen avec arthrodèse talo-naviculaire et un allongement du tendon péronier.

2 pieds (réductibles) ont bénéficié d'une ostéotomie d'allongement calcanéen avec transfert du long péronier sur le tibial postérieur.

1 pied (réductible) a bénéficié d'une ténotomie intramusculaire du court péronier avec transfert du long péronier sur le tibial postérieur.

3. Gestes associés :

2 pieds ont bénéficié d'une chirurgie multisites et d'une arthrodèse métatarso-phalangienne du 1er orteil, associés au traitement par triple arthrodèse avec allongement du tendon d'Achille et du péronier et une ostéotomie d'allongement calcanéen avec greffon iliaque.

4 pieds ont bénéficié d'une arthrodèse métatarso-phalangienne du 1er orteil, associée au traitement par triple arthrodèse avec allongement du tendon d'Achille et du péronier.

2 pieds ont bénéficié d'une chirurgie multisites et d'injections de toxine botulique avant la chirurgie, associées au traitement par ostéotomie d'allongement calcanéen avec ténotomie intramusculaire des péroniers.

2 pieds ont bénéficié d'une chirurgie multisites et d'injections de toxine botulique avant la chirurgie, associées au traitement par ostéotomie d'allongement calcanéen avec arthrodèse talo-naviculaire et un allongement du tendon péronier.

1 pied a bénéficié d'injections de toxine botulique avant la chirurgie, associées au traitement par ostéotomie d'allongement calcanéen avec ténotomie intramusculaire des péroniers.

1 pied a bénéficié d'injections de toxine botulique avant la chirurgie, associées au traitement par ténotomie intramusculaire du court péronier avec transfert du long péronier sur le tibial postérieur.

V. RESULTATS POST-OPERATOIRES :

A. Recul :

Dans notre série le recul moyen était de 3 ans et 8 mois, avec un recul minimum de 3 ans et un recul maximum de 6 ans.

B. Satisfaction personnelle:

Tous nos patients étaient satisfaits du résultat clinique.

C. Résultats morphologiques :

Tous les pieds ont eu une amélioration morphologique,

- 22 pieds sont passés d'un PP classé 3ème degré au podoscope à un PP 1^{er} degré.
- 2 pieds sont passés d'un PP classé 3ème degré au podoscope à un PP 2ème degré.
- 1 pied est passé d'un PP classé 2ème degré au podoscope à un PP 1^{er} degré.

D. Score AOFAS post-opératoire :

Le score AOFAS a été significativement amélioré dans l'ensemble des cas, variant de 50 à 85 avec une moyenne de 70.

La représentation simultanée du score avant et après chirurgie figure sur l'histogramme de la figure 5.

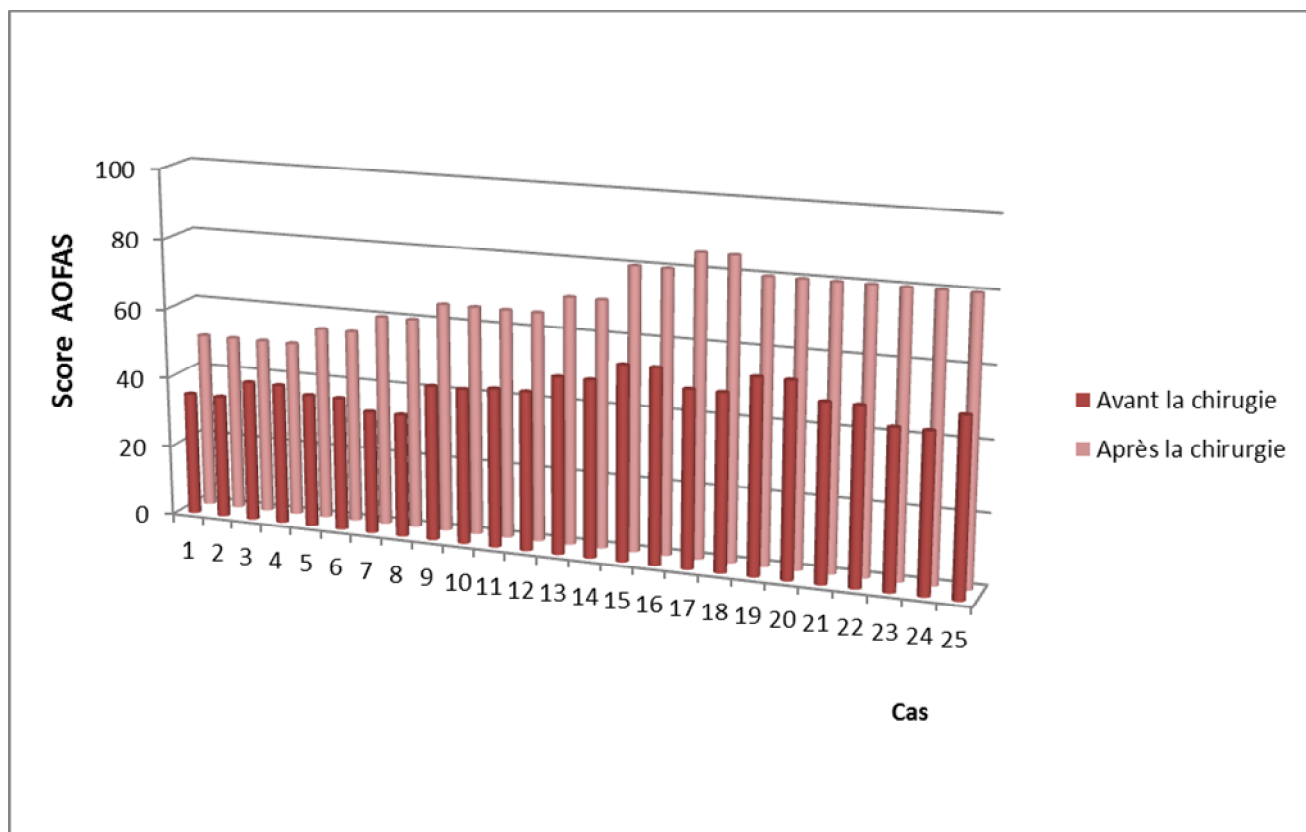


Figure 5 : Histogramme montrant le score AOFAS calculé avant et après la chirurgie.

E. Résultats radiologiques :

On a eu une difficulté dans le recueil des différentes mensurations radiologiques postopératoires dans le tiers des cas.

On a noté une amélioration des mensurations radiologiques de façon variable chez tous les patients.

F. Complications postopératoires tardives :

19 pieds n'ont présenté aucune complication postopératoire tardive.

2 pieds traités par triple arthrodèse avec allongement du tendon péronier ont présenté comme complication une agrafe gênante.

2 pieds traités par ostéotomie d'allongement calcanéen avec arthrodèse talo-naviculaire et un allongement du tendon péronier, ont présenté comme complication une douleur mécanique à la marche.

2 pieds traités par ostéotomie d'allongement calcanéen avec ténotomie intramusculaire des péroniers, ont présenté comme complication un déplacement de l'agrafe.

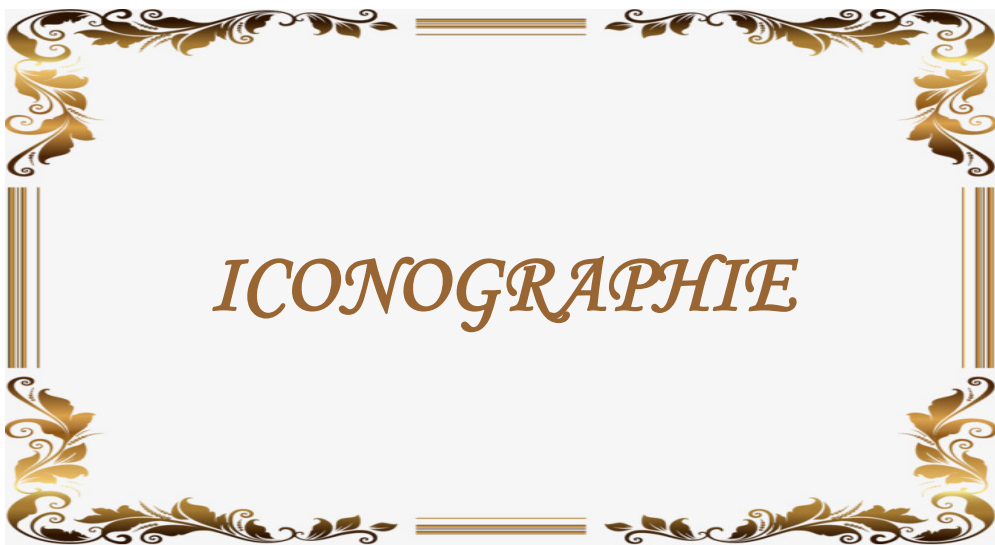




Figure 6 : Pied plat valgus bilatéral chez une patiente âgée de 13 ans, opéré du côté droit par une triple arthrodèse avec ostéotomie d'allongement calcanéen.

Vues antérieure (A), postérieure (B), et supérieure (C) montrant la correction du pied droit opéré par rapport au pied gauche non opéré.



Figure 6 (suite) : Vues médiale (D), et latérale (E) du pied droit opéré de la même patiente.

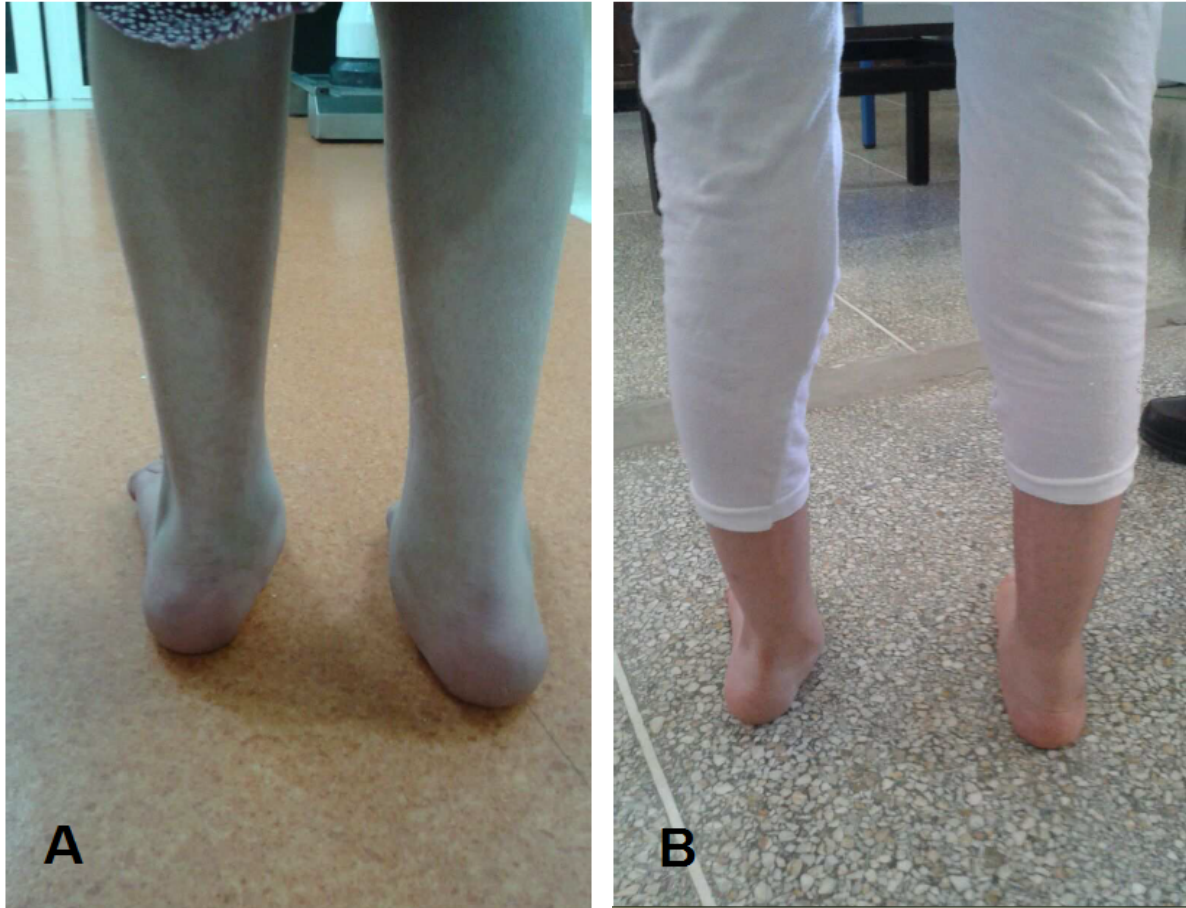


Figure 7 : Vues postérieures préopératoire (A), et postopératoire (B) d'une patiente qui présente un pied plat valgus bilatéral opéré du côté droit par une triple arthrodesis avec ostéotomie d'allongement calcanéen.



DISCUSSION

I. Rappel anatomique du pied

Le pied est une structure anatomique complexe qui permet l'appui au sol. Il comprend 28 pièces osseuses s'articulant au travers de 27 articulations. Ces 27 articulations se regroupent en cinq interlignes articulaires principaux : l'articulation sous-talienne, l'articulation médiotarsienne (ou de Chopart), l'articulation tarso-métatarsienne (ou de Lisfranc), les articulations métatarso-phalangiennes, et les articulations interphalangiennes.

Les deux fonctions principales sont la stabilité et la mobilité. « Structure déformable, organe tout terrain » le pied s'adapte aux forces, il représente le meilleur exemple de système architectural complet alliant : solidité, souplesse et stabilité. Il existe un compromis, entre l'armature osseuse rigide, les ligaments et les formations tendineuses. L'organisation anatomique didactique avec « arrière-pied, médio-pied et avant-pied » est artificielle. La cheville est un élément de transmission essentiel qui dirige les contraintes du plan horizontal au plan frontal. L'arrière-pied se trouve confronté à deux situations : l'une est l'adaptation lors de la marche aussi bien en terrain plat qu'en terrain irrégulier. Les structures fonctionnelles ont une disposition logique sans redondance avec un objectif de protection et d'efficacité permanente.

On doit insister sur le rôle discriminatif majeur que joue l'architecture voûtée du pied. L'objectif des arches ou courbures est, sur le plan mécanique, de permettre au pied de se déformer de façon élastique.

A. Le squelette du pied :

Le squelette du pied est constitué de trois parties, d'arrière en avant : le tarse, le métatarse et les phalanges.

On peut aussi diviser le pied selon une autre approche : l'arrière-pied, constitué du talus et du calcaneus ; le médio-pied, constitué de l'os cuboïde, de l'os naviculaire et des os cunéiformes ; l'avant-pied, constitué des métatarsiens et des phalanges.

a) Le tarse:

Le tarse est constitué de sept os courts disposés en deux rangées :

❖ **Le tarse postérieur** : formant la voûte plantaire, composé de deux os superposés de haut en bas : le talus (ou astragale) et le calcaneus (ou calcaneum).

Le Calcaneus :

Le **calcaneus** (anciennement **calcaneum**) est le plus volumineux des os du tarse. Situé sous le talus, il a la forme d'un parallélépipède, plus haut que large, à grand axe allongé en avant, en haut et en dehors.

On le divise traditionnellement en trois parties :

- ✓ Le corps, la partie de loin la plus volumineuse,
- ✓ La grande apophyse qui prolonge le corps du calcaneus en avant,
- ✓ La petite apophyse ou sustentaculum tali placée en avant de sa face interne.

On lui décrit six faces:

Il présente 6 faces :

➤ **La face supérieure** est divisée en deux parties :

- La partie antérieure : s'articule avec l'astragale par deux facettes
- La partie postérieure : est étroite, criblée d'orifices vasculaires

➤ **La face inférieure** est étroite et convexe. Elle présente trois tubérosités formant un triangle à base postérieure. Ce sont les tubérosités (postéro-externe, postéro-interne et antérieure). Cette face donne insertion aux muscles court fléchisseur plantaire, abducteur du V et aux insertions accessoires du fléchisseur commun.

➤ **La face antérieure** : est articulaire avec le cuboïde

➤ **La face postérieure** : donne insertion au tendon calcanéen (tendon d'Achille) en caudal

➤ **La face latérale** : présente la trochlée fibulaire

➤ **La face médiale**: présente en surplomb le Sustentaculum tali

LE TALUS :

Os court, pair, non symétrique, Il sert de relais entre les os de la jambe et le pied, supporte la totalité du poids du corps qu'il transmet au calcanéum.

Il s'articule en dessous avec le calcanéus et en avant avec le naviculaire. Au-dessus avec le pilon tibial, en dedans avec la malléole tibiale et en dehors avec la malléole fibulaire.

Il est constitué par trois parties :

- La tête: porte une surface articulaire sphéroïde, étendue en caudal qui répond à l'os naviculaire.
- Le corps : plus volumineux (les 2/3 postérieurs)
- Le col (tiers antérieur) et qui supporte en avant la tête.

❖ **Le tarse antérieur** : C'est un massif osseux situé en avant du tarse postérieur.

Il est constitué de cinq os :

- en arrière : l'os cuboïde, l'os naviculaire (appelé également scaphoïde tarsien).
- en avant du naviculaire: les trois cunéiformes (latéral, intermédiaire et médial).

Os cuboïde :

C'est l'os latéral de la rangée antérieure du tarse, Prismatique et triangulaire. Il présente 6 faces : Sa face postérieure s'articule avec le calcaneus ; sa face antérieure, avec les bases des IV èmes et V èmes métatarsiens; sa face interne avec l'os naviculaire et l'os cunéiforme latéral.

Son bord latéral forme une partie du bord latéral du pied

Os naviculaire :

Aussi nommé scaphoïde tarsien, os court de la rangée moyenne du tarse, il est situé sur le bord médial du pied. Sa face postérieure s'articule avec le talus ; sa face antérieure, avec les os cunéiformes.

Présente 2 extrémités:

- Médiale tubérosité de l'os naviculaire
- Latérale, surface articulaire avec le cuboïde

Os cuneiformes :

Ils sont en formes de coins, au nombre de trois : os cunéiforme médial, os cunéiforme intermédiaire (le plus petit) et os cunéiforme latéral, et s'articulent en dorsal avec l'os naviculaire, en latéral avec l'os cuboïde et en ventral avec les 3 premiers métatarsiens des 3 premiers orteils.

b) Métatarse :

Le métatarse est placé entre le tarse et les phalanges proximales, il regroupe les os qui constituent le segment antérieur de la voûte plantaire : Les métatarsiens.

Les métatarsiens sont des os longs numérotés de I à V dans le sens médiolatéral, qui relie l'os cuboïde et les trois cunéiformes aux phalanges des orteils.

Chaque métatarsien est composé d'un corps, d'une base et d'une tête :

- ✓ Le corps : triangulaire présente une face dorsale et 2 faces latérale et médiale qui délimitent avec le métatarsien adjacent l'espace inter-osseux.
- ✓ Une base : proximale : munie de 3 facettes articulaires avec le tarse.
- ✓ Une tête : distale dont la surface articulaire répond à une phalange proximale.

Le deuxième métatarsien est le plus long, le cinquième présente une tubérosité.

c) Les Phalanges :

Chaque orteil (doigt du pied), du 2^{ème} au 5^{ème} comporte 3 phalanges une proximale (P1), une intermédiaire (P2), une distale (P3), sauf le gros orteil (hallux) qui n'en possède que deux. Aux extrémités de chaque phalange s'insèrent des ligaments.

Chaque phalange a une base, une diaphyse et une tête distale. La base de chaque phalange proximale s'articule avec la tête du métatarsien correspondant; la tête de la dernière phalange est non articulaire, aplatie formant une tubérosité en forme de croissant sous le pannicule terminal de l'extrémité de chaque orteil.

d) Les sésamoïdes :

Ils sont situés à la face plantaire des articulations des orteils. Il convient de distinguer les sésamoïdes métatarso-phalangiens du gros orteil, les sésamoïdes métatarso-phalangiens du deuxième et du cinquième et, enfin, les sésamoïdes interphalangiens.

Les sésamoïdes métatarso-phalangiens du gros orteil sont constants et au nombre de deux, l'un interne, l'autre externe.

Le sésamoïde interphalangien du gros orteil est couché transversalement au-dessous de l'articulation de la première phalange avec la seconde.

Les sésamoïdes métatarso-phalangiens des deuxième et cinquième orteils sont presque toujours uniques.

e) Arches du pied :

Les os du pied ne reposent pas sur un plan horizontal. Ils forment une arche longitudinale et une arche transversale par rapport au sol. Ces arches absorbent et distribuent les contraintes du poids du corps pendant la station debout et la marche en terrain inégal.

Arche longitudinale :

L'arche longitudinale du pied va de l'extrémité postérieure du calcaneus jusqu'aux têtes des métatarsiens. L'arche est plus élevée sur le bord médial du pied, où elle forme la partie médiale de l'arche, et est à peine visible sur le bord latéral, où elle forme la partie latérale de l'arche longitudinale.

Arche transversale :

L'arche transversale du pied au plus haut dans un plan frontal passant au niveau de la tête du talus. Plus en avant, l'arche transversale diminue de hauteur et disparaît près des têtes des métatarsiens solidarisés par le ligament métatarsien transverse profond.

Ligament et support musculaire :

Des ligaments et des muscles assurent le maintien des arches du pied :

- Les ligaments qui maintiennent les arches sont le ligament calcanéonaviculaire, le ligament plantaire calcanéocuboïdien, le long ligament plantaire et l'aponévrose plantaire.
- Les muscles qui assurent un support dynamique aux arches durant la marche comprennent le tibia antérieure, le tibia postérieure et le long fibulaire.

B. Le système articulaire du pied :

a) L'articulation talocrurale :

La cheville est une articulation de type synovial unissant le talus du pied, le tibia et la fibula de la jambe.

Cette articulation permet principalement, comme une charnière, des mouvements de flexion dorsale et de flexion plantaire du pied sur la jambe.

Le tibia et la fibula forment ensemble une cavité (la mortaise tibiofibulaire) qui s'articule avec le tenon talien (trochlée du talus).

La partie articulaire du talus a la forme d'un demi-cylindre présentant une face latérale et une face médiale. Le tenon talien et ses deux faces s'articulent avec la mortaise formée par les extrémités du tibia et de la fibula. Les surfaces articulaires sont recouvertes de cartilage hyalin.

Les moyens d'union ils comprennent une capsule et de solides ligaments médial (deltoïde) et latéral.

- Ligament médial (ligament collatéral tibial), divisé en quatre parties :
 - La partie tibionaviculaire.
 - La partie tibioalcanéenne.
 - La partie postérieure tibiotalair.
 - La partie antérieure tibiotalair.
- Le ligament latéral (ligament collatéral fibulaire), composé de trois ligaments séparés :
 - Le ligament talofibulaire antérieure.
 - Le ligament talofibulaire postérieure.
 - Le ligament calcanéofibulaire.

b) Les articulations intertarsiennes :

Les nombreuses articulations synoviales unissant les os du tarse assurent des mouvements complexes qui sont l'inversion et l'éversion d'une part, et la supination et la pronation d'autre part.

Les articulations talocalcanéonaviculaire et calcanéocuboïdienne forment ensemble l'articulation transverse du tarse.

- ***L'articulation subtalaire :***

L'articulation subtalaire, ou articulation talo-calcaneenne, se situe entre la grande facette calcaneenne postérieure de la face inférieure du talus, et la facette talaire postérieure correspondante de la face supérieure du calcaneus.

La cavité articulaire est fermée par la membrane synoviale recouverte par la capsule.

Le ligament interosseux talocalcanéen est situé dans le sinus du tarse, les ligaments latéral, postérieure, médial et interosseux talocalcanéens stabilisent l'articulation.

- ***L'articulation talo-calcaneonaviculaire :***

L'articulation talo-calcaneonaviculaire est une articulation complexe dans laquelle la tête du talus s'articule avec le calcaneus, le ligament plantaire calcaneonaviculaire et l'os naviculaire en avant [5].

Elle constitue la partie médiale de l'articulation transverse du tarse. Elle est synoviale et de type sphéroïde. Elle participe à l'inversion et à l'éversion [6].

L'articulation talo-calcanéo-naviculaire est une articulation synoviale, sa capsule est renforcée :

- En arrière, par le ligament interosseux talocalcanéen.
- En haut, par le ligament talonaviculaire.
- Inférieurement, par le ligament plantaire calcanéonaviculaire.
- La partie latérale de l'articulation est renforcée par la partie calcanéonaviculaire du ligament bifurqué.
- A la face dorsomédiale du cuboïde (le ligament calcanéocuboïdien).
- A la partie dorsolatérale de l'os naviculaire (le ligament calcanéonaviculaire) [5].

- ***L'articulation calcanéo-cuboïdienne :***

L'articulation calcanéo-cuboïdienne est une articulation synoviale entre la facette articulaire de la face antérieure du calcaneus, et la facette correspondante de la face postérieure du cuboïde. Elle participe à l'inversion et à l'éversion.

C'est une articulation en selle, et elle constitue la partie latérale de l'articulation transverse du tarse.

Ligaments :

L'articulation calcanéo-cuboïdienne est renforcée par le ligament bifurqué, par le long ligament plantaire et le ligament plantaire calcanéocuboïdien.

- **le ligament bifurqué** qui est le principal ligament d'union, situé à la face dorsale de l'articulation. Solide, en forme de Y il s'insère en arrière près du bord latéral de la surface talaire, sur la face dorsale du calcaneus. En avant il bifurque pour s'insérer sur la partie dorsolatérale de l'os naviculaire et sur la partie dorsomédiale du cuboïde.

- **Le long ligament plantaire** est le plus long ligament de la plante du pied. Il siège à la face inférieure du ligament calcanéocuboïdien.

- **le ligament plantaire calcanéocuboïdien** est court, large et très solide. Il est étendu du tubercule calcanéen antérieure à la face inférieure du cuboïde [5].

- ***les articulations intercunéennes :***

Ces articulations, situées entre les os cunéiformes, sont au nombre de deux : la première située entre le cunéiforme médial et le cunéiforme intermédiaire ; la seconde, entre le cunéiforme intermédiaire et le cunéiforme latéral, se sont des articulations planes [5].

- ***L'articulation cunéocuboïdienne :***

Articulation synoviale plane qui unit le cuboïde et le cunéiforme latéral [5].

- ***L'articulation cunéonaviculaire :***

Articulation synoviale plane qui relie l'os naviculaire aux trois os cunéiformes [5].

- ***L'articulation cuboïdonaviculaire :***

Articulation synoviale plane qui unit le cuboïde et le naviculaire [5].

c) Les articulations tarso-métatarsiennes ou de Lisfranc :

Les articulations tarso-métatarsiennes sont des articulations synoviales planes unissant les trois os cunéiformes et le cuboïde aux cinq métatarsiens. Elles comprennent trois articulations tarsométatarsiennes : la première, médiale, entre le cunéiforme médial et le métatarsien I ; la deuxième, intermédiaire et latérale aux métatarsiens II et III ; la troisième, latérale, unit le cuboïde aux métatarsiens VI et V [6].

d) Les articulations des orteils :

- ***Les articulations intermétatarsiennes :***

Ces articulations unissent entre elles les bases des métatarsiens. Se sont des articulations synoviales planes sauf entre I et II où il y a une syndesmose. Elles sont de mobilité réduite.

- ***Les articulations métatarsophalangiennes :***

Les articulations métatarsophalangiennes sont des articulations synoviales ellipsoïdales entre les têtes des métatarsiens en forme de sphère et les bases correspondantes des phalanges proximales des orteils.

Les capsules articulaires sont renforcées par des ligaments collatéraux médiaux et latéraux et par des ligaments plantaires qui présentent des gouttières sur leur face inférieure pour le passage des tendons longs des orteils.

Les articulations métatarsophalangiennes permettent l'extension et la flexion, et des mouvements limités d'abduction, d'adduction, de rotation et de circumduction [5].

- ***Les articulations interphalangiennes :***

Les articulations interphalangiennes sont des articulations charnières qui permettent principalement la flexion et l'extension. Elles sont renforcées par des ligaments collatéraux médiaux et latéraux et par des ligaments plantaires.

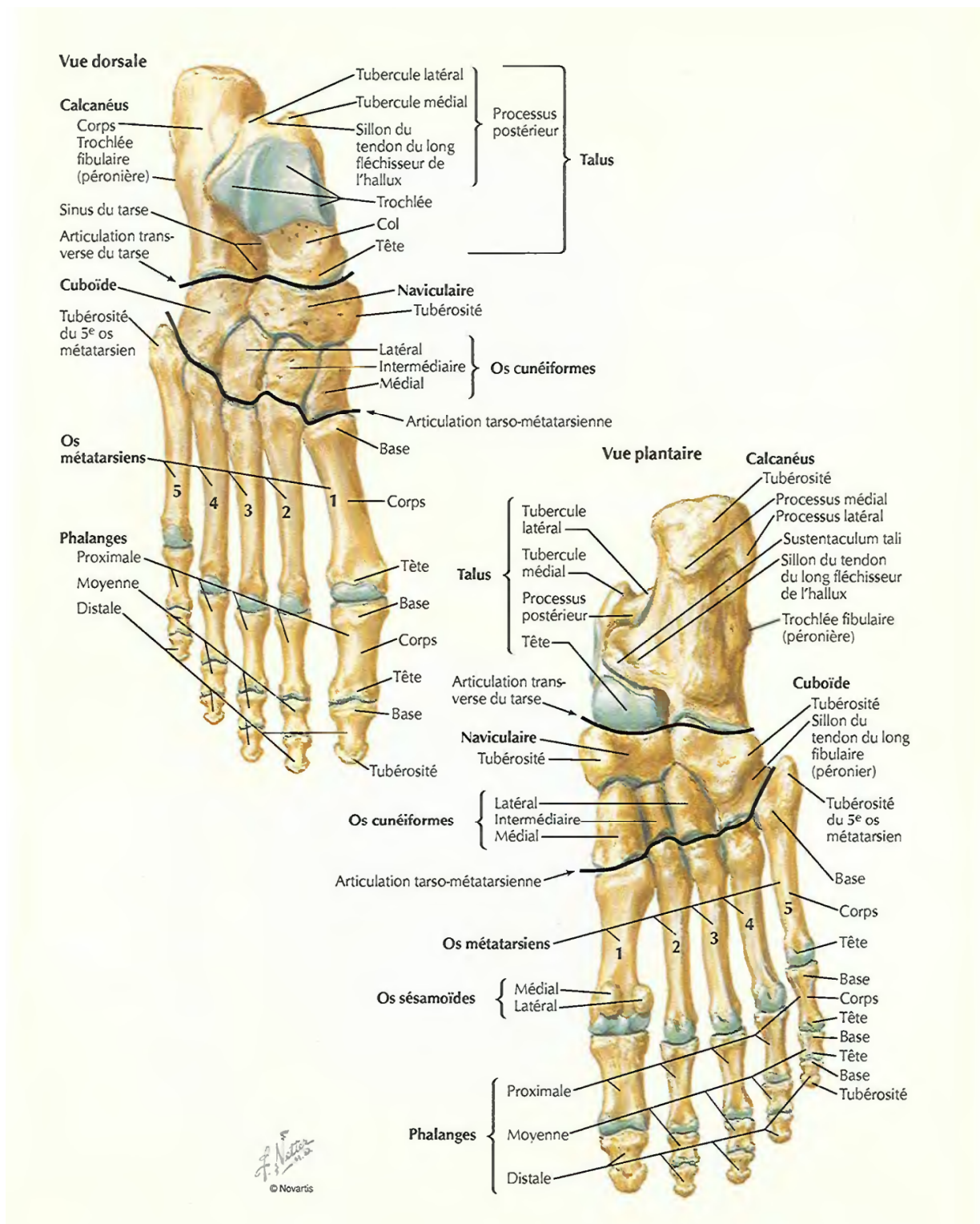


Figure 8 : les os du pied [7].

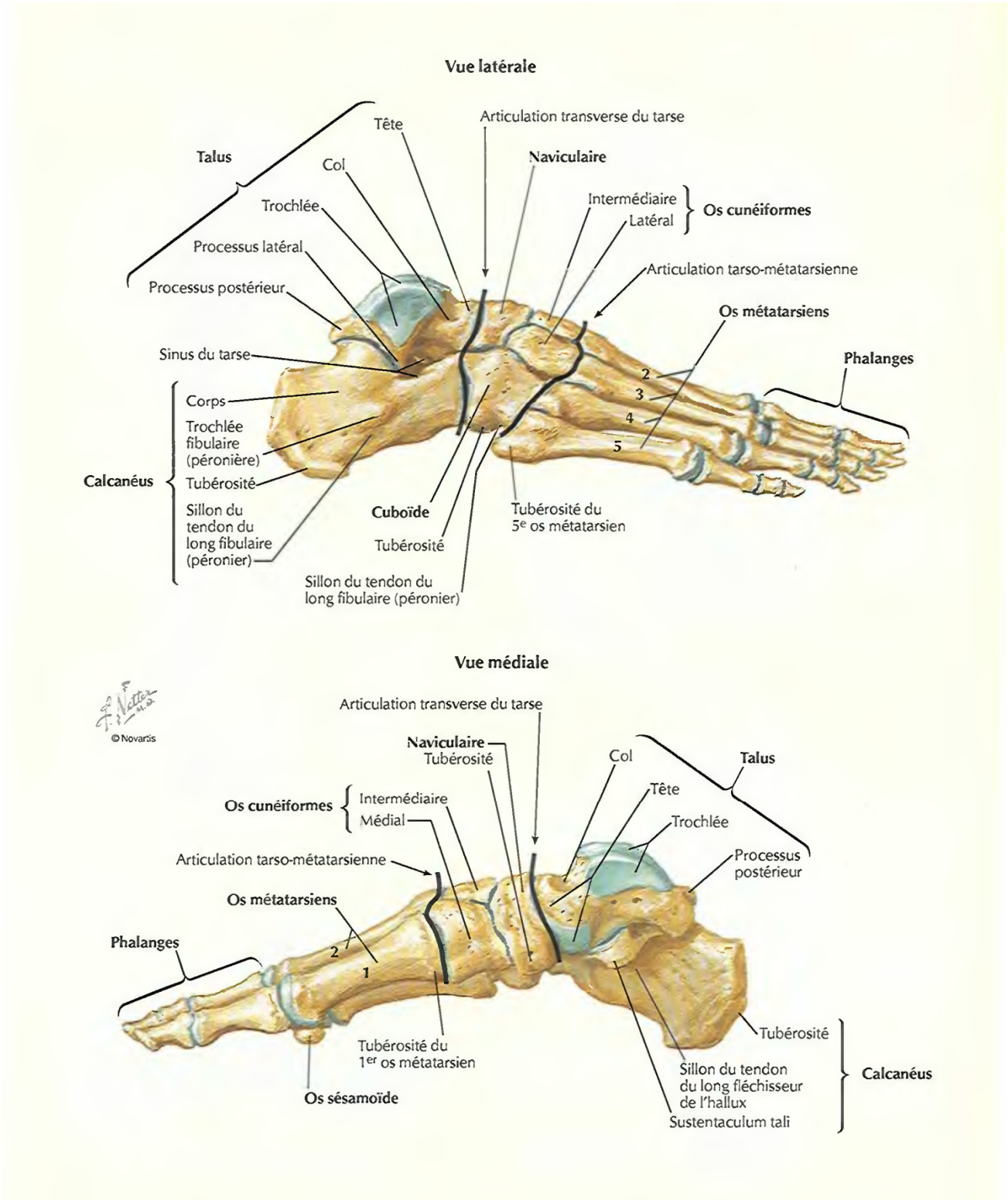


Figure 9 : les os du pied (suite) [7].

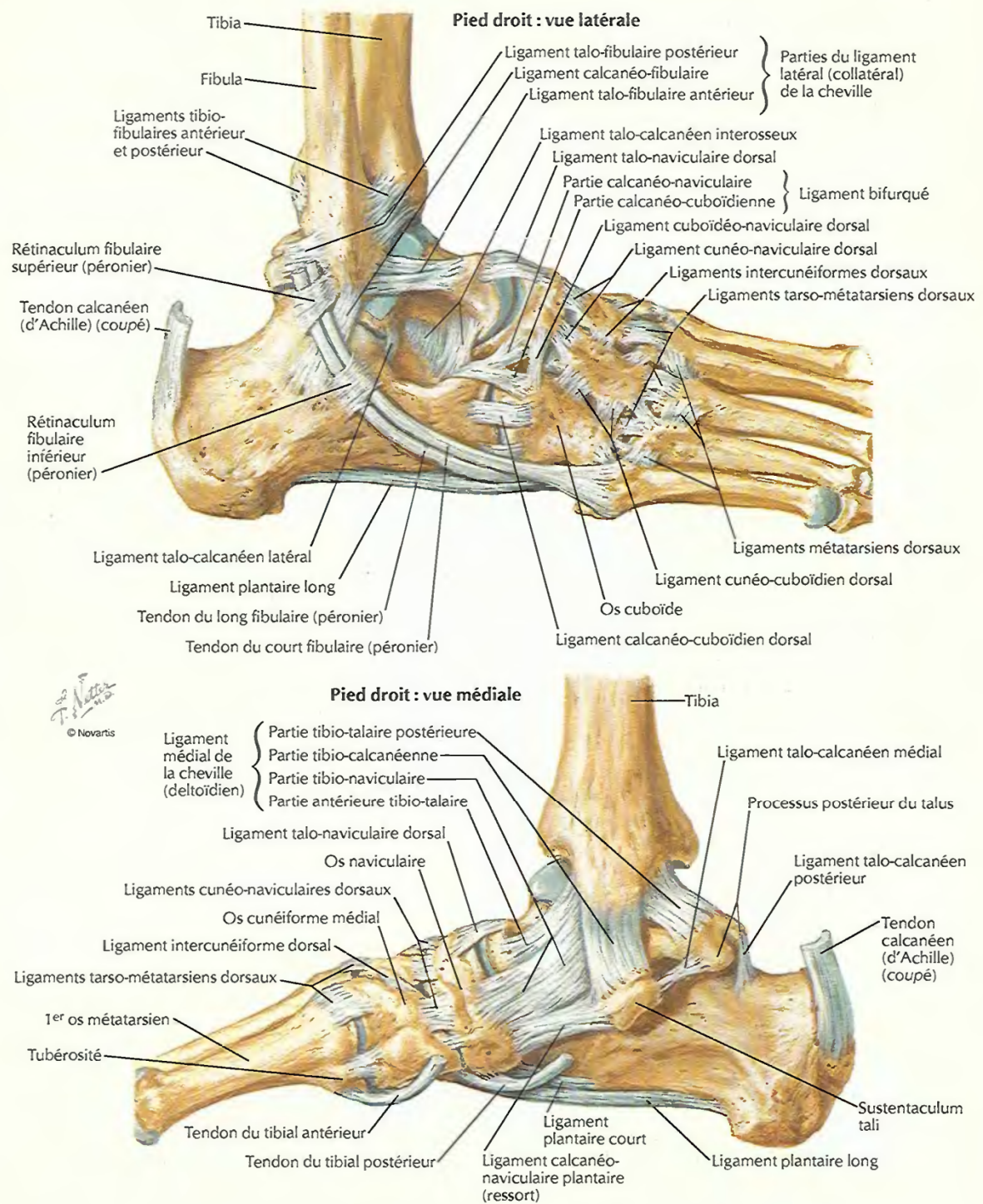


Figure 10 : les ligaments et tendons du pied et de la cheville [7].

C. Le système musculaire du pied :

Plusieurs groupes musculaires interviennent dans les mouvements des pieds. Il convient de distinguer les muscles longs ou extrinsèques prenant leur origine au niveau de la jambe et se terminant au niveau du pied ; et les muscles courts ou intrinsèques localisés au pied.

1. Les muscles longs ou extrinsèques :

Selon leur situation et leur position, les divers muscles de la jambe assurent les mouvements de la cheville, des articulations inter tarsiennes ou de celles des orteils. Ces muscles sont divisés en trois loges :

a) *Muscles de la loge antérieure :*

Les muscles de la loge antérieure de la jambe sont : le tibial antérieur, le long extenseur des orteils, le long extenseur de l'hallux et le troisième fibulaire.

Ce sont les principaux muscles responsables de l'extension des orteils et de la dorsiflexion de la cheville. La dorsiflexion n'est pas un mouvement puissant, mais elle joue un rôle important : elle empêche les orteils de traîner lors de la marche.

Ces muscles ont une innervation commune, assurée par le nerf fibulaire profond.

b) *Muscles de la loge latérale :*

Ce sont les muscles long et court fibulaire. Ils effectuent la flexion plantaire et l'éversion du pied et stabilisent latéralement la cheville et l'arc longitudinal latéral.

Ils sont innervés par le nerf fibulaire superficiel.

c) Muscles de la loge postérieure :

Cette loge est composée des muscles suivants : triceps sural (gastrocnémien et soléaire), tibial postérieur, long fléchisseur des orteils et long fléchisseur de l'hallux.

Ces muscles sont les principaux fléchisseurs plantaires du pied et fléchisseurs des orteils. La flexion plantaire est le mouvement le plus puissant de la cheville et du pied car il soulève tout le poids du corps. Ce mouvement est essentiel pour se tenir debout sur la pointe des pieds et pour fournir la propulsion nécessaire à la marche et la course.

Les muscles de la loge postérieure ont une innervation commune assurée par le nerf tibial.

2. Les muscles courts ou intrinsèques du pied :

Les muscles intrinsèques du pied participent à la flexion, à l'extension, à l'abduction et à l'adduction des orteils. Ensemble et avec l'aide des tendons de certains muscles extrinsèques qui se prolongent dans la plante du pied, ils contribuent au soutien des arcs plantaires. Ces muscles sont divisés en deux parties :

a) Les muscles de la partie dorsale du pied :

Cette partie se compose d'un seul muscle : le court extenseur des orteils. Il participe à l'extension des orteils aux articulations métatarso-phalangiennes. Il est innervé par le nerf fibulaire profond.

b) Les muscles de la partie plantaire du pied forment quatre couches:

➤ **Première couche :** la plus superficielle

Elle est composée :

- du muscle court fléchisseur des orteils qui participe à la flexion des orteils et qui est innervé par le nerf plantaire médial.
- de l'abducteur de l'hallux qui permet l'abduction de gros orteil et qui est également innervé par le nerf plantaire médial.
- de l'abducteur du petit orteil innervé par le nerf plantaire latéral.

➤ **La deuxième couche formée par :**

- le carré plantaire qui redresse la traction oblique du long fléchisseur des orteils et permet la flexion des orteils II à IV. Il est innervé par le nerf plantaire latéral.
- les lombricaux, au nombre de quatre, qui par traction de l'aponévrose dorsale du doigt, produisent la flexion des orteils aux articulations métatarso-phalangiennes et leur extension aux articulations interphalangiennes. Ils sont innervés par le nerf plantaire médial et latéral.

➤ **La troisième couche comprend :**

- le court fléchisseur de l'hallux qui permet la flexion du gros orteil à l'articulation métatarso-phalangienne, innervé par le nerf plantaire médial.

- l'adducteur de l'hallux qui aide à maintenir l'arc transversal du pied et permet une faible adduction du gros orteil, innervé par le nerf plantaire latéral.
- le court fléchisseur du petit orteil qui permet la flexion du petit orteil à l'articulation métatarso-phalangienne, innervé par le nerf plantaire latéral.

➤ **La quatrième couche** : la plus profonde

- Elle est constituée des muscles interosseux plantaires et dorsaux. Ils sont fléchisseurs de la première phalange sur le métatarsien correspondant et rapprochent les trois derniers orteils de l'axe du pied. Ces muscles sont innervés par le nerf plantaire latéral [8].

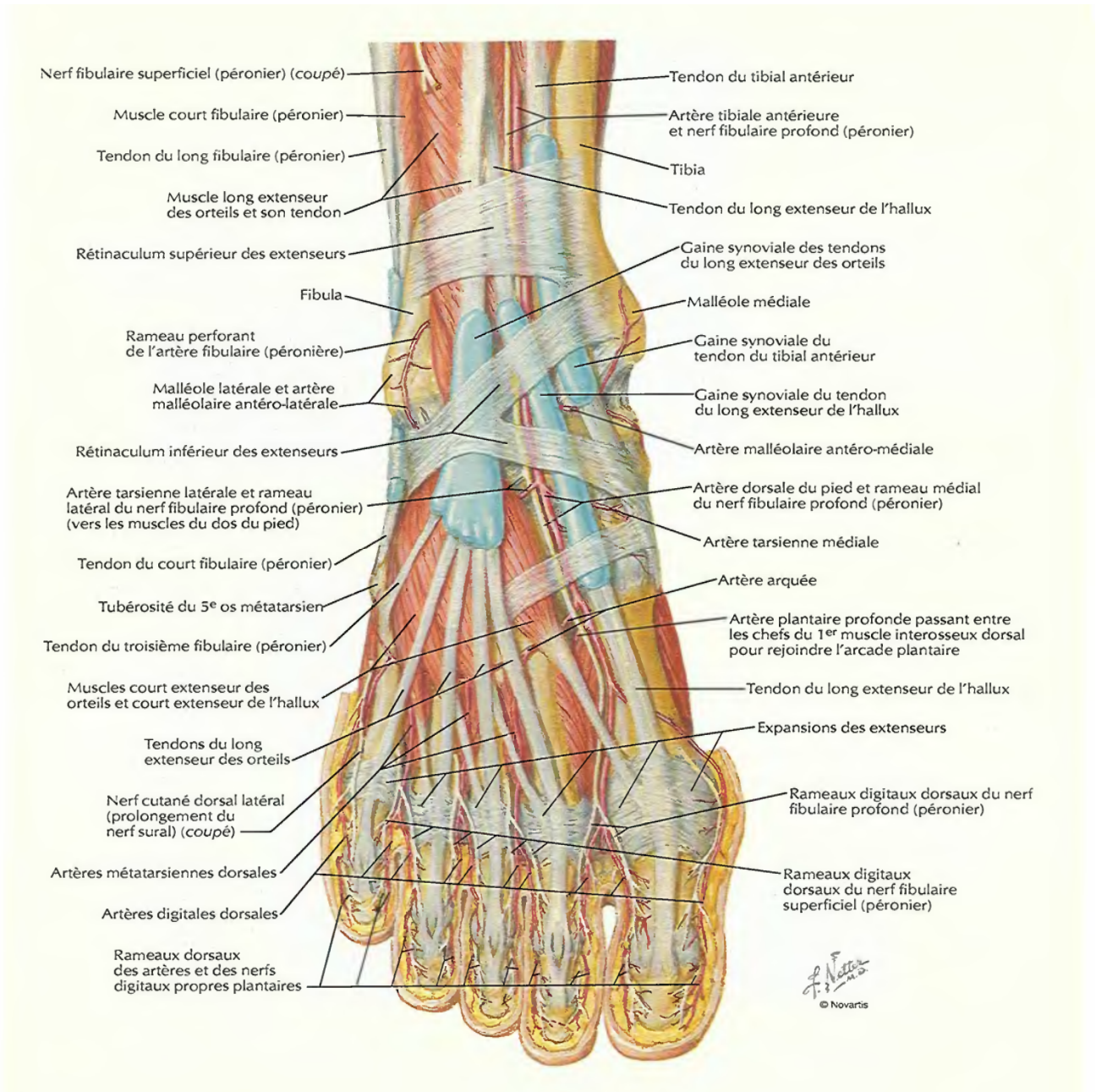


Figure 11 : les muscles du dos du pied (dissection superficielle) [7].

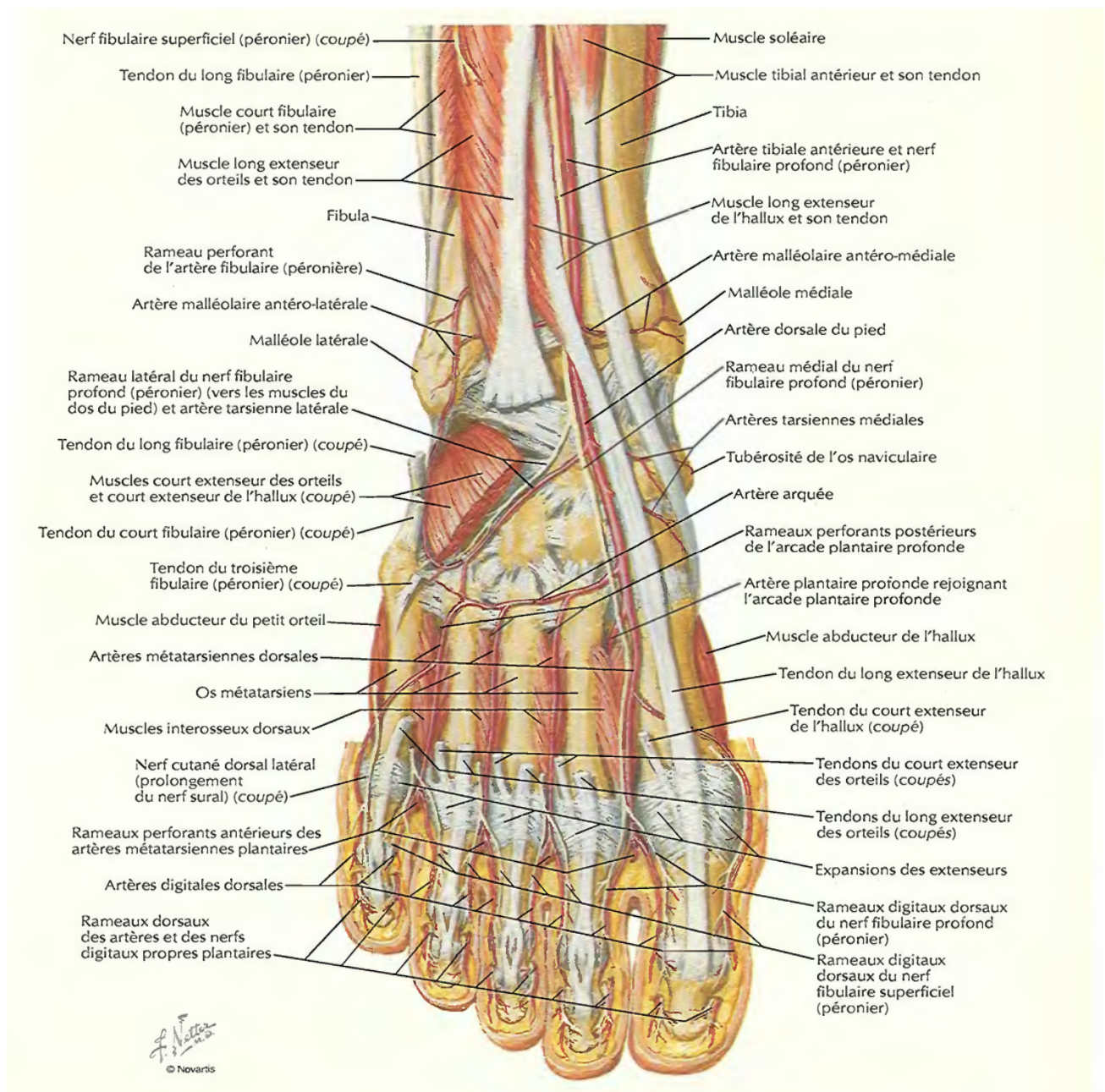


Figure 12 : les muscles du dos du pied (dissection profonde) [7].

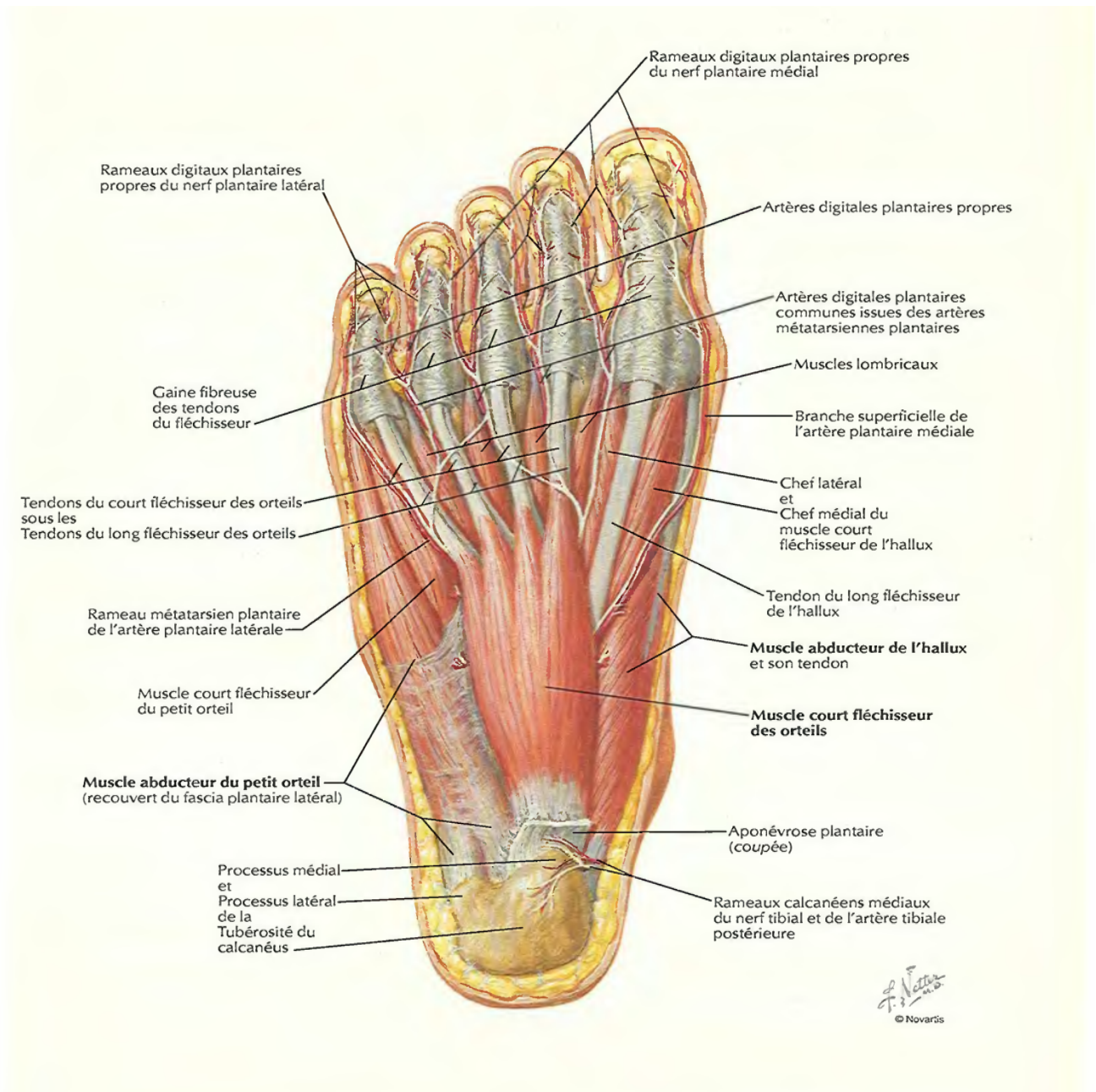


Figure 13 : les muscles de la plante du pied (première couche) [7].

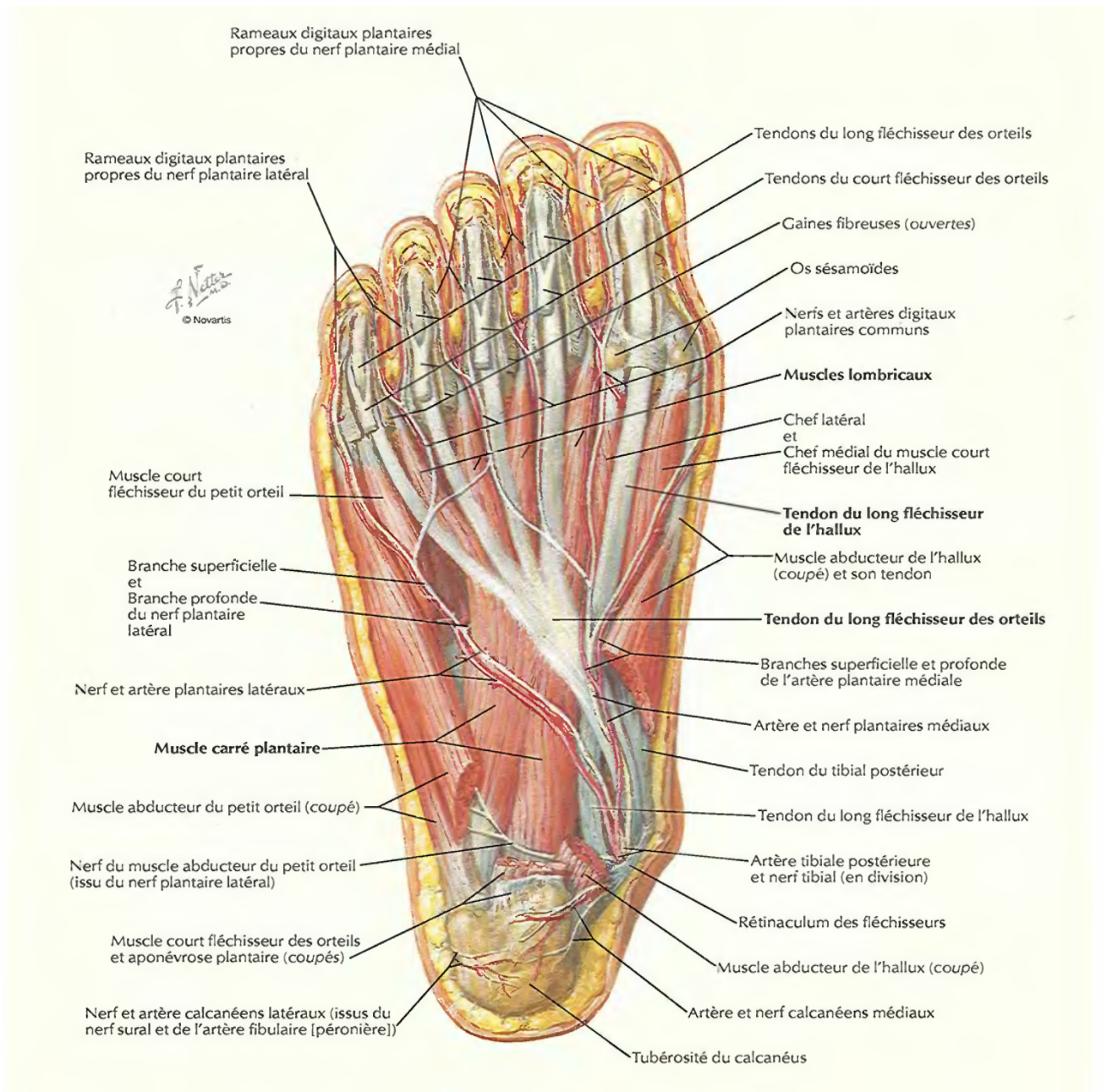


Figure 14 : les muscles de la plante du pied (deuxième couche) [7].

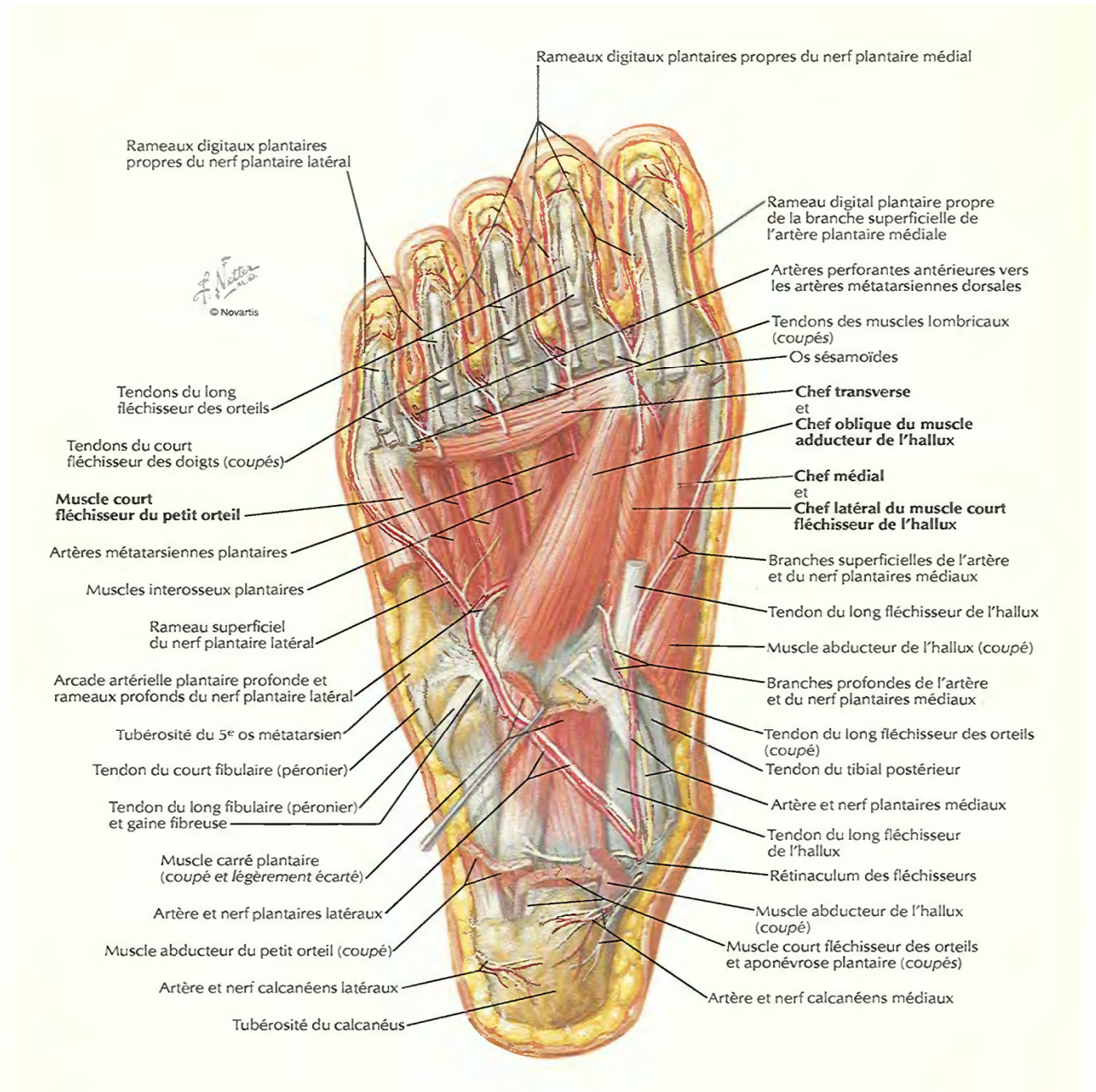


Figure 15 : les muscles de la plante du pied (troisième couche) [7].

D. La vascularisation du pied :

➤ *Vascularisation artérielle :*

- La vascularisation artérielle du pied est assurée par les branches de l'artère tibiale postérieure et de l'artère dorsale du pied.

- L'artère tibiale postérieure pénètre dans la plante du pied et se divise en deux branches médiale et latérale. L'artère plantaire latérale rejoint la terminaison de l'artère dorsale du pied (artère plantaire profonde) pour former l'arcade plantaire profonde. Les branches de cette arcade artérielle vascularisent les orteils.

- L'artère dorsale du pied, continuation de l'artère tibiale antérieure, chemine sur le dos du pied. L'artère passe entre les 1^{er} et 2^e métatarsiens pour pénétrer dans la plante du pied et devenir l'artère plantaire profonde [5].

➤ *Vascularisation veineuse :*

Les veines sont anastomosées et constituent des réseaux profond et superficiel. Les veines profondes sont satellites de leurs artères. Les veines superficielles sont drainées dans une arcade veineuse dorsale au niveau des métatarsiens :

- La grande veine saphène naît de l'extrémité médiale de l'arcade veineuse dorsale et chemine en avant de la malléole médiale puis sur le côté médial de la jambe ;
- La petite veine saphène naît de l'extrémité latérale de l'arcade veineuse, et passe en arrière de la malléole latérale et monte à la face postérieure de la jambe.

E. L'innervation du pied :

Le pied est innervé par les nerfs : tibial, fibulaire profond, fibulaire superficiel sural et saphène :

- Ces cinq nerfs contribuent à l'innervation sensitive et cutanée du pied ;
- Le nerf tibial innerve tous les muscles intrinsèques du pied, à l'exception du court extenseur des orteils qui est innervé par le nerf fibulaire profond ;
- Le nerf fibulaire profond innerve souvent le premier et deuxième interosseux dorsaux.

II. L'INFIRMITE MOTRICE D'ORIGINE CEREBRALE :

A. Définitions :

En France, deux termes sont utilisés pour caractériser les handicaps neurologiques avec atteinte motrice due à des lésions cérébrales fixées survenant sur un << cerveau en voie de développement >> :

L'infirmité motrice cérébrale (IMC) (Tardieu 1969) : elle regroupe les troubles moteurs prédominants et non évolutifs dus à une lésion cérébrale, << conséquence d'une lésion pré-, péri- ou postnatale >>, pouvant s'accompagner d'atteintes sensorielles et d'atteintes partielles des fonctions supérieures à l'exception d'une déficience intellectuelle. Une étiologie circulatoire (anoxo-ischémique) périnatale était souvent sous-entendue dans cette définition ;

Lorsqu'il existe une déficience intellectuelle associée aux troubles moteurs, on parle **d'infirmité motrice d'origine cérébrale (IMOC)** [9].

Selon Polani (1958), il s'agit d'un trouble persistant, mais non fixé, lié à l'atteinte non évolutive du cerveau qui interfère avec le développement normal de celui-ci. L'apport de Tardieu à cette définition est d'y avoir introduit une notion pronostique en établissant que les possibilités d'apprentissage et donc de compensation du trouble moteur, sont directement liées au niveau intellectuel. Ainsi est née cette terminologie uniquement française qui fait nommer infirmes moteurs cérébraux (IMC) les enfants doués d'une intelligence normale ou, à la rigueur, relativement bien conservé (QI > 65 ou 70) et infirmes moteurs d'origine cérébrale (IMOC), ceux dont les aptitudes cognitives sont plus fortement diminuées (QI compris entre la limite précédente et 50, voire 30) [2].

Quant aux Anglo-Saxons ils n'utilisent pas les termes IMC ni IMOC, mais celui de cerebral palsy (CP) ou « paralysie cérébrale », terme qui regroupe à la fois IMC, IMOC, et polyhandicaps non évolutifs d'origine cérébrale. Pendant longtemps c'est la définition de Bax (1964) qui est retenue par l'ensemble des équipes ; la paralysie cérébrale est reconnue comme : « une anomalie du mouvement ou de la posture résultant d'une lésion non évolutive du cerveau immature » [3].

En 2005, une nouvelle définition est établie par M. Bax, M. Goldstein, P. Rosenbaum, A. Leviton, N. Paneth et B. Dan : « la paralysie cérébrale est un ensemble de troubles permanents du développement du mouvement et de la posture, responsables de limitations d'activité, imputables à des atteintes non progressives survenues 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, par une épilepsie et/ou par des problèmes musculo-squelettiques secondaires » [4].

B. Epidémiologie de L'IMOC :

La prévalence globale des IMOC dans les pays développés est de l'ordre de 1,6 à 3,0/1000 [10-11]. Ce taux passe à 40 à 100/1000 en cas de prématurité grave ou d'extrême prématurité. La relative stabilité des taux au cours des 30 dernières années contraste avec les progrès technologiques, notamment avec la généralisation du monitoring fœtal pendant l'accouchement et avec la multiplication du taux de césarienne par 5 [12], voire par 6 actuellement. La prématurité, aggravée par les grossesses multiples issues des Assistances médicales à la procréation (AMP), représente 35–55 % des IMOC [13-14]. La légère diminution observée entre 1995 et 1998 de 2,12 à 1,92 pour mille s'accompagne d'une modification du tableau clinique avec une prédominance d'hémiplégie spastique (31,3 à 38 %), sur les diplégies (18 à 35 %), les tétraplégies (6 à 35,5 %), les dyskinésies (0,9 à 5 %) et les ataxies (4 à 6 %) [14-15].

C. Physiopathologie :

L'origine des IMOC implique une agression du cerveau de l'enfant que ce soit dans la période anténatale, pendant l'accouchement, mais aussi dans la période néonatale, voire jusqu'à l'âge de deux ans [16].

Chez l'enfant à terme, il s'agit de lésions cérébrales secondaires à un trouble circulatoire survenu dans le troisième trimestre de la grossesse et provoquant une ischémie (diminution ou arrêt de l'apport de sang) ou une hémorragie, le plus souvent dans les zones fonctionnelles des territoires des gros vaisseaux.

Les lésions se trouvent au niveau du cortex cérébral.

Chez l'enfant prématuré, il s'agit du déclenchement d'un enchaînement de phénomènes toxiques pour les cellules cérébrales, entraînant la mort ou la mauvaise croissance des cellules. Cela se traduit par une leucomalacie périventriculaire (LMPV) par lésions de la substance blanche autour des ventricules cérébraux. En France, le taux de LMPV chez les grands prématurés varie de 8 à 21% selon les centres.

Chez l'enfant après la naissance, les phénomènes toxiques qui peuvent léser le cerveau provoquent des lésions cérébrales diffuses et s'apparentent plus au traumatisme crânio-cérébral qu'à l'IMC.

On observe actuellement **une augmentation des causes anténatales** par rapport aux causes néonatales ou post-natales. Ainsi, les lésions visibles sous forme de LMPV seraient d'origine prénatale dans un tiers à la moitié des cas. Le rôle de l'inflammation et du contexte infectieux est actuellement incriminé dans la genèse des lésions cérébrales, alors que le rôle de l'insuffisance circulatoire aiguë est rarement prouvé. Cette évolution va de pair avec une modification de la symptomatologie : les troubles moteurs purs sans troubles associés sont moins fréquents.

L'IMC n'est pas une maladie génétique. Cependant, il existe des risques de récurrence lors de grossesses ultérieures si la cause de l'accident périnatal est liée à une pathologie maternelle non contrôlable. On sait aussi qu'il existe des familles de prématurés, des familles de petit poids de naissance : le risque de récurrence d'IMC est alors de 1 à 2 %. **Un tableau d'IMC sans cause évidente** doit être surveillé très régulièrement : il peut s'agir d'une maladie neurologique dégénérative, très lentement évolutive (et non d'une IMC). Les progrès de la génétique et de l'imagerie médicale, notamment, permettent de mieux dépister ces pathologies [17].

D. Etiologies et facteurs de risques :

L'origine de ces IMOC retrouvée a posteriori correspond chez l'enfant né à terme dans 38 % des cas à un facteur prénatal et dans 35 % des cas à une circonstance périnatale ou néonatale, alors que chez le prématuré les chiffres sont inversés, avec 49 % des cas directement liés aux circonstances de l'accouchement ou de la prise en charge néonatale, contre 17 % de facteurs anténatals [14]. Des progrès importants ont été obtenus chez les enfants prématurés de 1000–1499 g, dont le taux d'IMOC est descendu de 180/1000 à environ 50/1000 dans les années 1990 [18]. Il existerait cependant une préoccupante augmentation des dyskinésies consécutives dans 71 % des cas à une encéphalopathie anoxique et ischémique (EAI) [11].

Comme le montre le Tableau 2, en dehors de l'asphyxie périnatale, les principales causes des IMOC sont représentées par des infections intra-utérines, des hémorragies cérébrales provenant de malformations vasculaires, de troubles de la coagulation ou de traumatismes, des infarctus cérébraux par thrombose ou embolie, des malformations cérébrales, des maladies génétiques, des maladies métaboliques, des encéphalopathies en relation avec hypoglycémie sévère ou une hyperbilirubinémie, ou encore par des atteintes toxiques, alcool, tabac ou cocaïne notamment [19-20].

Les travaux les plus récents ont mis en lumière, d'une part, le rôle des thrombophilies maternelles avec la possibilité d'insuffisance des échanges materno-foetaux en relation avec des thromboses des vaisseaux placentaires ou avec des lésions thrombotiques foetales directes à partir d'embolies provenant du placenta [21-22], d'autre part, une prédisposition génétique, avec des polymorphismes génétiques favorisant : mutations des gènes de l'oxyde nitrique synthétase et de la lymphotoxine alpha, du récepteur de la protéine C endothéliale, et de l'interleukine 8 et du récepteur bêta-2 adrénergique [23].

Tableau 2 : Les principaux facteurs de risque des infirmités motrices d'origine cérébrale dans les études épidémiologiques [16].

Principaux facteurs de risque des IMOC dans les études épidémiologiques

Facteurs maternels

Retard mental, épilepsie, dysthyroïdie, diabète insulino-dépendant, oligospanio-ménorrhée, intervalles longs entre les grossesses, tabagisme

Primiparité et âge supérieur à 35 ans

Thrombophilies

Complications de la grossesse

Prématurité

Infections virales

Chorio-amnionite

Pré-éclampsie

Hémorragies antepartum : placenta praevia, hématome rétroplacentaire

Grossesses multiples

Complications de l'accouchement

Fièvre perpartum sans infection prouvée

Présentation du siège

Césarienne en urgence ou extraction instrumentale

Circulaire serré du cordon

Pathologies fœtales

Sexe masculin

Retard de croissance intra-utérin ou au contraire macrosomie

Anémie foetale d'une grossesse monochoriale ou d'une allo-immunisation Rhésus

Syndrome polymalformatif

Malformation cérébrale

Maladie métabolique

Pathologies placentaires

Vasculopathie foetale thrombotique, villite chronique d'étiologie indéterminée avec vasculopathie foetale obstructive, chorio-amnionite avec vascularite foetale sévère, infiltration méconiale avec nécrose des myocytes des vaisseaux ombilicaux et chorioniques

Pathologies post-natales

Une infection : séquelles de méningite, encéphalopathie liée au virus du SIDA

Un traumatisme : accident de la voie publique, syndrome de Silverman (enfants victimes de sévices provoquant, entre autres, des lésions cérébrales)

Un traitement de tumeur : lésion secondaire à l'intervention chirurgicale ou à la radiothérapie

Une maladie métabolique (acidurie glutarique par exemple).

Les IMOC doivent être différenciées des maladies dégénératives comme celles de Canavan ou de Pelizeus-Merzbacher et d'un certain nombre de désordres moteurs progressifs qui ne sont pas dus à une localisation cérébrale, mais ont une origine spinale, nerveuse ou musculaire.

Ainsi, le concept selon lequel les handicaps neurologiques de l'enfant proviendraient principalement de l'accouchement est totalement dépassé. Cependant, avant de pouvoir l'affirmer, il importe de le démontrer à l'aide du dossier obstétrical, de l'enregistrement du rythme cardiaque foetal (RCF), des gaz du sang dans l'artère ombilicale, de l'adaptation à la vie extra-utérine évaluée par le score d'Apgar, du dossier d'hospitalisation du nouveau-né et du carnet de santé de l'enfant. Dans cette optique, deux examens ont pris une importance capitale : il s'agit de l'imagerie par résonance magnétique nucléaire (IRM) destinée à localiser avec précision les lésions cérébrales [24] et l'histologie du placenta, véritable « boîte noire » de la grossesse [25].

Dans notre série : chez 72% des patients, l'IMOC était secondaire à une souffrance néonatale, chez 7% était secondaire à un ictère néonatal, et 21% des patients avaient une convulsion néonatale.

E. Les formes cliniques :

La classification des infirmités motrices 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, hémip légie (20 à 30%) quand il y a paralysie de la moitié du corps prédominante au membre supérieur. La monop légie (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 hyper métriques, 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 hémip légies. Viennent ensuite les formes dyskinétiques qui ne représentent pas plus de 7 % des cas de CP, et les formes ataxiques 5 % des cas de CP [26].

On peut aussi classer les atteintes en fonction des membres atteints, supérieurs et/ou inférieurs :

➤ 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.

III. PIED PLAT VALGUS CHEZ L'IMOC :

A. Définition :

Le pied plat (flat foot en anglais) est par définition un affaissement de la voute plantaire lorsque le pied est en charge. Il se caractérise par une diminution de la hauteur, ou parfois carrément par une absence, de l'arche longitudinale médiale du pied, avec une déviation latérale du talon par rapport à la jambe en valgus.

Cette déformation apparaît sous l'influence des contraintes de la mise en charge, c'est dire que le diagnostic de pied plat ne peut être retenu qu'après acquisition de la marche. En pratique, on ne peut évoquer le diagnostic de pied plat avant l'âge de 3 ans [27].



Figure 16 : Enfant IMC de 11 ans. Pieds plats éversés, dits « pieds plat valgus » [28].



Figure 17 : Pied valgus chez un enfant avec une diplégie spastique [29].

B. Anatomie pathologique :

Le pied plat se caractérise par l'affaissement de la voûte plantaire longitudinale.

Anatomiquement, il existe une cassure sagittale et frontale de l'axe talométatarsien qui siège le plus souvent dans l'interligne talonaviculaire, plus rarement au niveau de l'interligne cunéonaviculaire, ou plus rarement encore cunéométatarsien. Cette cassure de l'axe talométatarsien se situe dans les trois plans de l'espace.

Elle est associée à de nombreuses autres déformations de l'avant- et de l'arrière-pied qui peuvent être interprétées comme étant la cause ou la conséquence de l'effondrement plantaire [30- 31- 32-33].

➤ **Déformations :**

- Un valgus de l'arrière-pied supérieur à 10° avec pronation du calcaneus. Ce valgus peut être considéré comme un élément constant de la déformation du pied plat. L'importance de la pronation calcaneenne est de plus proportionnelle à la cassure talométatarsienne.

- Une déformation de l'avant-pied avec horizontalisation des métatarsiens qui prédomine au niveau du premier métatarsien. L'avant-pied est déformé en supination et abduction, ce qui a pour effet d'augmenter le valgus et d'affaïsser l'arche longitudinale médiale.

- Une augmentation de la divergence talocalcanéenne frontale et sagittale, ainsi qu'un antélisthésis du talus par rapport au calcaneus.

- Un équinisme tibiotalien se traduisant par un contact de la seule partie postérieure du dôme astragalien avec le pilon tibial.

- Une augmentation de longueur de la colonne médiale majorée par l'antélisthésis du talus.

- Une diminution de longueur de la colonne latérale majorée par le recul calcaneocuboïdien.

- Une dysmorphie osseuse particulièrement visible au niveau de l'arrière-pied. Le talus voit sa longueur augmentée, de même que son inclinaison et sa déclinaison, avec diminution de sa largeur et de son épaisseur. La dysmorphie touche également l'os naviculaire où il existe un allongement et une hypertrophie de sa portion médiale ainsi que de son tubercule, et une diminution d'épaisseur de son bord latéral.

- Des troubles de torsion des membres inférieurs dont l'élément principal est la frontalisation de l'axe bimalléolaire avec une avancée relative de la malléole latérale entraînée en avant par la plongée du talus, et le valgus du calcaneus. Il existe également une augmentation de l'antétorsion fémorale.

Chacune de ces déformations a pour effet d'aggraver et de majorer l'effondrement de l'arche interne du pied et d'augmenter par là même le pied plat [27].

Trois particularités principales permettent du pied plat valgus chez l'IMOC [28] :

- L'axe longitudinal du pied ne passe plus par le 2^e orteil (Fig. 18) ;
- l'angle formé par les axes de l'arrière-pied et de l'avant-pied est ouvert en dehors alors qu'il est ouvert en dedans sur un pied considéré comme normal (Fig. 19). En revanche, si on trace sur la plante du pied d'un sujet sans déformation particulière, un axe partant d'un point situé au milieu du talon et passant par un point équidistant du bord externe du cuboïde et du bord postérieur du scaphoïde ; puis un autre axe passant par un point équidistant du bord interne de la tête du 1^{er} métatarsien et du bord externe de la tête du 5^e méta, l'angle formé par l'intersection des deux axes est ouvert en dedans. D'ailleurs, si on trace les axes du talon et de la partie antérieure de la semelle d'une chaussure, l'intersection des deux axes forme un angle également ouvert en dedans. Cet angle mesure l'importance de la déviation en abduction de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied. Il permet à terme d'en suivre l'évolution ;

➤ la tête de l'astragale fait saillie en arrière du scaphoïde. Elle peut à l'extrême perdre contact avec la face postérieure du scaphoïde jusqu'à la limite de la luxation. L'axe longitudinal de l'astragale s'incline vers le bas et la partie antérieure vient à toucher le sol en station debout. Dans ce cas on parle souvent de « cassure du pied ».



Figure 18 : Vue de l'empreinte du pied droit en appui sur un podoscope.

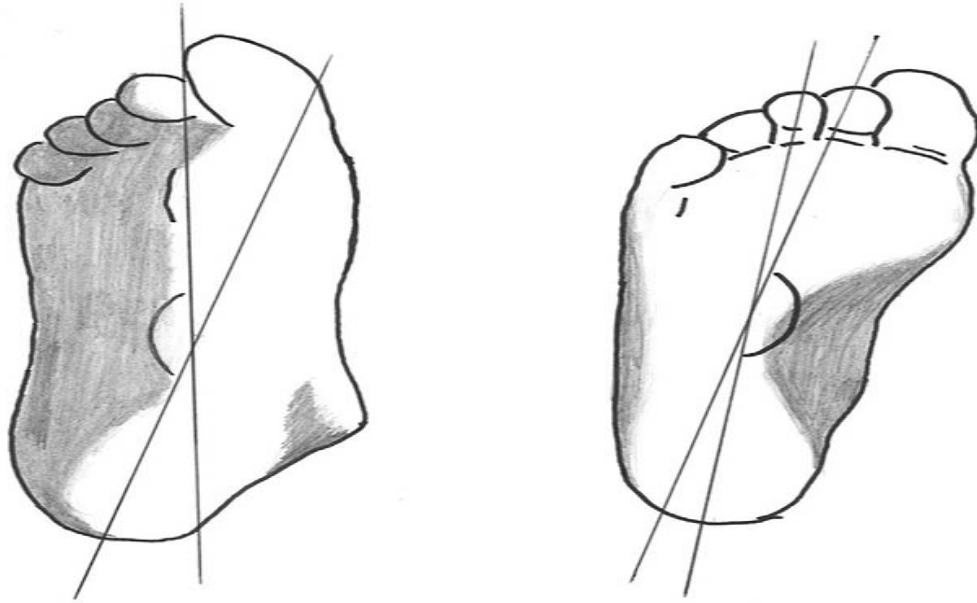


Figure 19 : Dessin de gauche : Tracer des axes de l'avant-pied et de l'arrière-pied sur l'empreinte du pied droit prise sur le podoscope, L'angle formé par l'intersection des deux axes est ouvert en dehors.

Dessin de droite : L'appui étant maintenu sur le podoscope, il est effectué un mouvement de rotation sur le tibia en même temps qu'une poussée dirigée en dehors. On voit alors l'empreinte du pied presque normalisé, L'angle formé par l'intersection des axes de l'arrière-pied et de l'avant-pied est maintenant ouvert en dedans.

C. Physiopathologie [34] :

Le pied valgus chez l'IMOC peut être secondaire à un excès de tension des fibulaires ou du triceps, ou à une faiblesse du muscle tibial postérieur.

Le pied plat, conséquence d'une rétraction du triceps, est souvent l'évolution d'un pied équin. Du fait du valgus physiologique, il existe un bras de levier qui explique l'aggravation du valgus sous l'effet de la tension du triceps et du poids du corps en charge. Dans ce cas, la bascule en valgus du calcaneum détend le triceps, ce qui autorise un certain degré de mobilité en flexion dorsale de cheville. La rétraction tricipitale est démasquée lorsque l'on corrige la position du talon. Dans ce cas, le triceps est remis en tension, et l'on s'aperçoit que la flexion dorsale de cheville est limitée.

Le pied plat évolue vers un pied plat valgus abductus chez les enfants avec une PC. La spasticité des fibulaires, associée à la rétraction du triceps, surtout en cas de faiblesse du muscle tibialis postérieur, va avoir comme conséquence une déformation progressive en abduction de l'avant-pied [35]. Sur le plan clinique, il existe une cassure du médio-pied avec la subluxation de la tête du talus sur le bord médial du pied. Initialement réductible, la déformation deviendra fixée par la rétraction des fibulaires et l'affaissement de la voûte plantaire médiale (Fig. 20).



Figure 20 : Pied varus équin droit et équin valgus gauche chez un patient avec une quadriplégie spastique (A, B).

D. Diagnostic clinique :

1. Signes fonctionnels :

Le pied plat valgus chez l'IMOC se manifeste généralement par des douleurs et une marche avec genoux fléchis [34].

➤ Les douleurs sont dues :

- sur le bord médial à un excès de tension sur l'arche médiale, en particulier au niveau de l'insertion du tibia postérieur sur le naviculus;
- sur le bord latéral à un conflit entre la face latérale du calcaneus et la pointe de la fibula ;
- à une hyperpression de l'arche latérale, en particulier de la calcaneocuboïdienne.

➤ Marche genoux fléchis : la détente du triceps, liée à la bascule de son insertion calcaneenne, entraîne une forte baisse de la force de flexion plantaire. L'avancée du tibia n'est alors plus freinée en phase d'appui, ce qui entraîne une flexion automatique des genoux. Le problème de cette marche genoux fléchis (ou crouch gait) est qu'elle est très coûteuse sur le plan énergétique, et qu'elle génère d'autres déformations (patella alta, flexum de hanche, etc.) qui vont progressivement réduire l'autonomie du patient.

Le pied plat valgus peut se manifester aussi par une boiterie, un excès d'usure de la chaussure, une gêne au chaussage, des chutes fréquentes, une fatigabilité et une instabilité à la marche ou un aspect inesthétique du pied ou d'autres motifs de consultation.

Dans notre série : La déformation, l'usure des chaussures, La fatigabilité à la marche et la boiterie étaient présentes chez tous les cas avec une importance variable d'un patient à l'autre. La douleur était présente chez 12 cas soit 48 %.

2. Interrogatoire :

Il s'intéresse à la période néonatale, le développement psychomoteur, l'âge de l'acquisition de la marche, niveau d'activité physique, présence de pathologies associées ou de cas similaires dans la famille...

Dans notre série, Dix enfants avaient comme ATCD une souffrance néonatale, trois enfants avaient un ATCD de convulsion néonatale, et un enfant avait comme ATCD un Ictère nucléaire.

3. Examen clinique :

L'examen porte sur la marche, sur les chaussures, sur le pied statique et dynamique, puis il est général, à la recherche d'une association pathologique [27].

Le patient doit être en confiance et le plus détendu possible, car l'anxiété peut augmenter l'hypertonie musculaire et majorer le tableau clinique [34].

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 ;
- test de réductibilité ;
- 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 [36].

Enfin, l'objectif fonctionnel doit être précisé avec le patient et sa famille pour proposer la prise en charge la plus adaptée [34].

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 [34].

➤ En charge par une vue de profil médial :

- On note l'effondrement de l'arche longitudinale. Le bord médial du pied vient au contact du sol dans sa partie médiane. On aperçoit la saillie, de haut en bas et d'arrière en avant, de la tête du talus et parfois du tubercule de l'os naviculaire réalisant une double ou une triple malléole médiale et, parfois, la contraction intermittente du muscle tibial antérieur qui lutte contre ou aggrave l'affaissement plantaire.

➤ **En charge par une vue dorsale :**

- La cassure de l'axe tarso-métatarso-phalangien se traduit par une abduction de l'avant-pied par rapport à l'arrière-pied avec un allongement relatif du bord médial du pied par rapport au bord latéral. On note également la présence d'une saillie du tubercule de l'os naviculaire et la perte de la rectitude du bord médial du médiopied, parfois associée à un hallux valgus débutant. Il apparaît également une hypotorsion externe tibiale, traduite par l'avancée de la malléole fibulaire.

➤ **En charge par une vue de dos :**

- On observe une diminution de la hauteur de l'arrière-pied et surtout un valgus talonnier avec une angulation entre le tendon calcanéen et la grosse tubérosité supérieure à 10°. L'abduction de l'avant-pied se traduit par la visualisation de l'avant-pied, en particulier des orteils, mais qui reste bilatérale et sensiblement symétrique (Fig. 21) [27].

L'analyse visuelle de la plante du pied recherchera des zones de callosités témoignant d'un hyperappui et des zones où la peau est lisse témoignant d'un défaut d'appui. L'analyse de l'usure des chaussures est également un bon témoin des appuis au sol.

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 [34].



Figure 21 : Vues antérieure (A), et postérieure (B) des pieds d'un garçon ambulant de 7 ans ayant une paralysie cérébrale avec pieds plats valgus, montrant le valgus de l'arrière-pied et l'abduction de l'avant-pied.

Dans notre série : Tous les enfants présentaient une disparition de l'arche interne du pied, un valgus de l'arrière-pied et une abduction de l'avant-pied.

b) Examen des amplitudes articulaires [34]:

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) (Fig. 22).

Dans le **pied plat valgus**, le valgus sous-talien crée une fausse flexion dorsale. Pour évaluer la réelle tension du triceps, il est nécessaire de placer le talon en léger varus lors du test de Silfverskiöld. Cela démasque souvent un équin lié à une rétraction des gastrocnémiens.

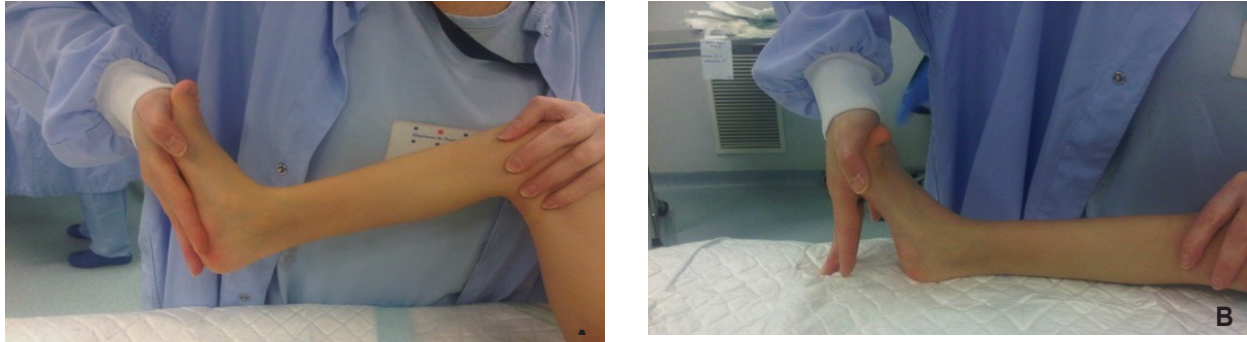


Figure 22 : Test de Silfverskiöld : rétraction des gastrocnémiens.

A. Flexion dorsale positive quand le genou est fléchi. B. Flexion plantaire du pied quand le genou est tendu.

c) Test de réductibilité :

La réductibilité de la déformation est appréciée passivement par la mise en décharge du pied pendant dans le vide, qui doit faire disparaître totalement ou partiellement le plat et le valgus. La réductibilité est également appréciée de façon active par contraction musculaire volontaire des muscles intrinsèques, du muscle fléchisseur propre de l'hallux et du muscle tibial postérieur. La verticalisation du premier métatarsien et la correction du pied plat sont obtenues également par la mise en flexion dorsale maximale de la première métatarsophalangienne selon *Hicks*.

La réductibilité du plat et du valgus est également provoquée par la mise en rotation externe de l'axe bimalléolaire, enfin par correction du valgus calcanéen par l'interposition talonnière de cales à effet supinateur [27].

Le test de *Root* : normalement, quand l'enfant se tient sur la pointe des pieds, l'arrière-pied se positionne en varus et l'arche médiale se creuse. Si le talon ne se positionne pas en varus, cela signifie que la déformation est raide (pas de mobilité passive) ou que le tibial postérieur est trop faible (pas de mobilité active) [34].

La réductibilité des différentes composantes de la déformation a un intérêt pronostique et thérapeutique certain, permettant d'espérer le bon résultat d'un traitement orthopédique ou chirurgical. On note également les mobilités talocrurales à la recherche d'une brièveté du tendon calcanéen. L'examen porte également sur l'angle du pas, sur les troubles de torsion avec frontalisation malléolaire, augmentation de l'antétorsion fémorale, « strabisme rotulien », et sur les déviations angulaires frontales des membres inférieurs [27].

Dans notre série :

- 24% des pieds étaient réductibles totalement, soient 6 pieds.
- 52% des pieds étaient réductibles partiellement, soient 13 pieds.
- 24% des pieds étaient irréductibles, soient 6 pieds.

d) Évaluation de la Spasticité musculaire [34]:

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 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 [37]. Plusieurs échelles cliniques permettent l'évaluation de la spasticité. Les plus utilisées sont l'échelle d'Ashworth [38] ou de celle de Tardieu (Tableaux 3 et 4).

Tableau 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 fin de	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 déplacé	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

Tableau 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

e) Évaluation du contrôle musculaire [34]:

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** [39] ont proposé une classification qui permet une évaluation rapide et simple du contrôle musculaire, sans tenir compte de l'amplitude articulaire (Tableau 5).

Tableau 5 : Commande musculaire sélective (CMS).

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

f) Évaluation de la force musculaire [34]:

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 [40]. On utilise la cotation classique de 0 à 5, uniquement pour les enfants coopérants, capables de comprendre et de répondre aux consignes (Tableau 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.

Tableau 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

g) 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 [36].

L'angle de progression du pas définit le positionnement du pied par rapport à l'axe de la marche. Il est normalement de 10 à 15° en rotation externe. Une anomalie de l'angle du pas va nuire à la liberté de passage du pas au cours de la phase oscillante, pouvant résulter en un accrochage du pied au sol ; mais surtout cela va modifier le bras de levier de fonctionnement des muscles autour des articulations, engendrant un affaiblissement.

Une anomalie de l'angle du pas pourra être secondaire à une déformation du pied, mais également à des anomalies des segments sus-jacents, qu'elles soient structurelles ou compensatoires [34].

En cas du pied plat valgus on note une ouverture de l'angle du pas et une perte de propulsion avec réduction de l'élévation talonnière et valgus de l'arrière-pied (Fig. 23). Lors de la marche, il existe un défaut d'appui sur la colonne latérale du pied et un déséquilibre musculaire au profit des fibulaires ainsi qu'une hypermobilité dorsale du premier rayon.



Figure 23 : Étude dynamique [41] A : Enregistrement des données via la plateforme de marche, B : Valgus de l'arrière-pied, C : Dysfonction du tibial postérieur, D : Aspect normal.

Enfin une étude dynamique par étude baropodométrique permettra une analyse de l'intensité et de la répartition des pressions du pied lors de la marche sauf que l'obtention d'une marche franche et sincère chez un enfant de moins de 8 ans est souvent difficile [42].

Les données recueillies par ordinateur comportent l'empreinte du pas (synthèse du déroulement du pas) et la courbe d'index de force antéro-médiale en fonction du temps [43]. Cette courbe a un intérêt particulier, montrant le défaut de verrouillage du pied au cours du pas avec une pression répartie principalement sur la partie médiale du pied (Fig. 24, 25, 26).

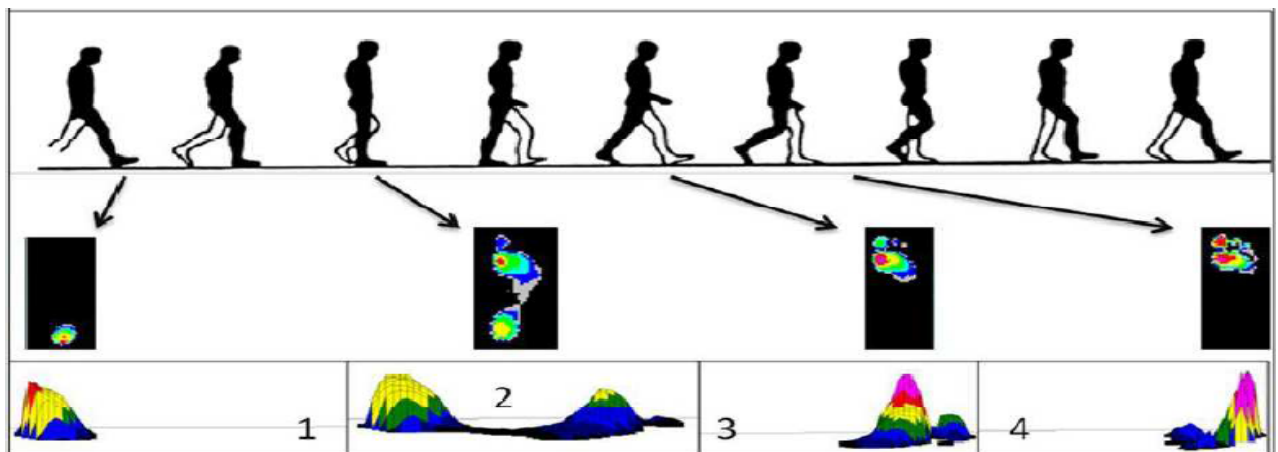


Figure 24 : Baropodométrie dynamique normale en phase d'appui [44] : 1= Attaque du talon, 2= Phase plantigrade, 3= Lever du talon, 4= Propulsion.

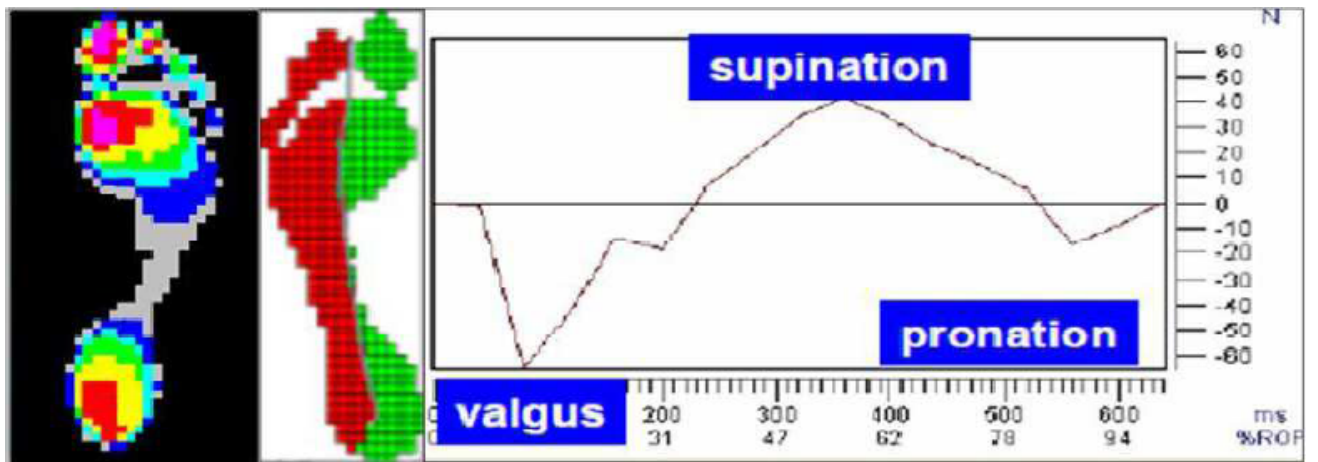


Figure 25 : Profil baropodométrique normal ; courbe d'index de force latéro-médiale normale [44].

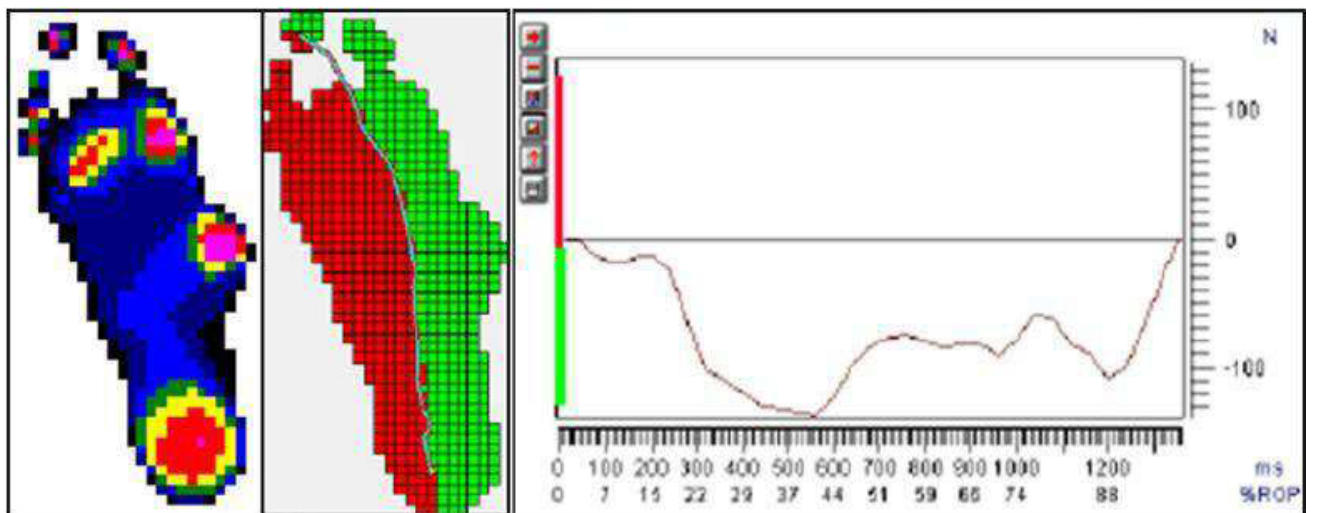


Figure 26 : Profil baropodométrique du pied plat : la courbe d'index de force latéro-médiale montre le défaut de verrouillage du pied au cours du pas avec une pression répartie principalement sur la partie médiale du pied [43].

h) 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 l'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) [36].

4. Empreintes plantaires :

Le podoscope medical 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 [34].

L'empreinte de référence (Fig. 27) montre l'empreinte du talon postérieur ovoïde car l'appui y est plus marqué [45]. L'isthme est la zone d'appui du médiopied (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 [46]. La zone d'appui située sous les articulations métatarsophalangiennes est la plus large (bande métatarsienne ou talon antérieur). Les pulpes des orteils ont toutes une zone d'appui ovale, à distance et en avant de la bande métatarsienne.

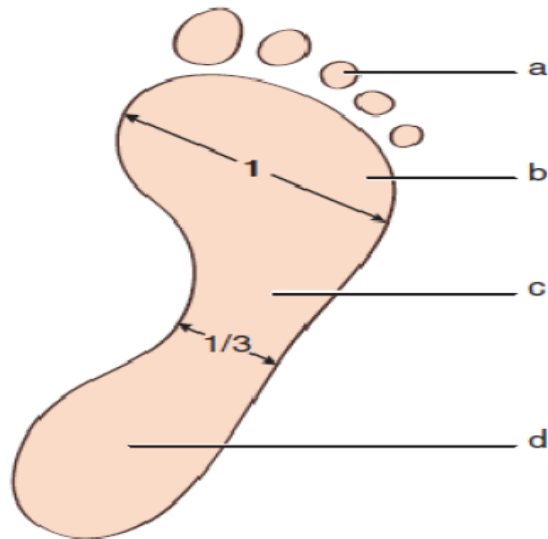


Figure 27 : Assise plantaire de référence. a : Pulpe d'orteil ; b : talon antérieur ou bande métatarsienne ; c : isthme ; d : talon postérieur [47].

L'empreinte plantaire du pied plat montrera peu ou pas de courbure du bord interne (Fig. 28). Selon l'importance de l'augmentation de la surface d'appui, on distingue 3 stades de pied plat (Fig. 29) :

- 1er degré : l'isthme est supérieur au tiers de la palette métatarsienne, mais reste concave en dedans.
- 2ème degré : l'isthme globalement aussi large que la palette métatarsienne.
- 3ème degré : l'isthme est supérieur à la palette métatarsienne et réalise alors un bord interne convexe.

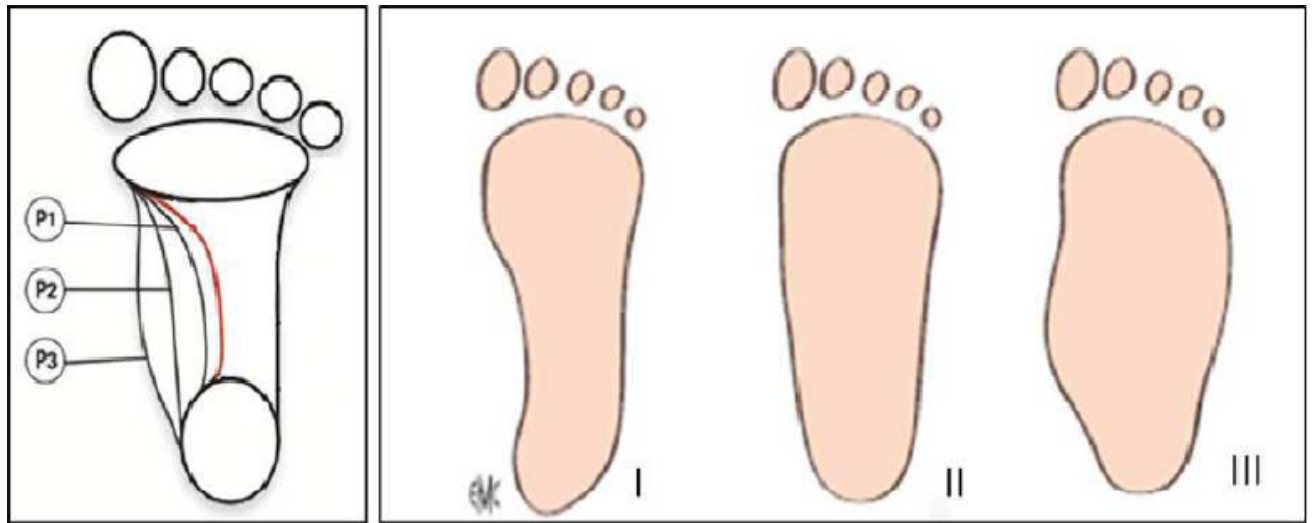


Figure 29 : Empreinte plantaire au podoscope du pied plat, P1= 1er degré, P2= 2ème degré, P3=3ème degré [48].

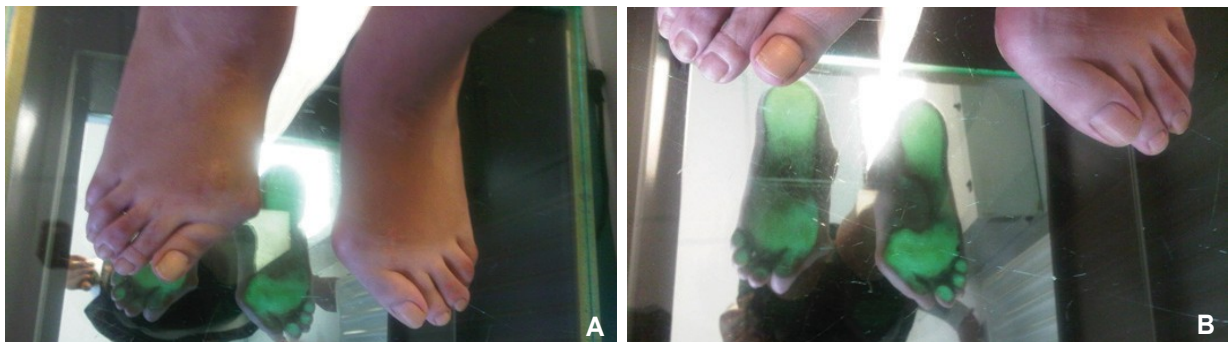


Figure 28 [34] : Empreintes plantaires chez une patiente avec pied plat valgus sévère bilatéral et hallux valgus (A, B). Noter l'hyperappui au niveau de l'avant-pied.

Dans notre série, seul l'examen au podoscope a été fait. 24 pieds étaient classés 3ème degré et 1 pied était classés 2ème degré.

E. Diagnostic radiologique :

➤ Technique :

Le bilan radiographique du pied plat comporte des incidences standards de profil en charge, de face dorsoplantaire en charge, au mieux réalisées par une double exposition, ainsi qu'une incidence de trois quarts déroulés. Ces trois incidences permettent de confirmer le diagnostic de pied plat et d'en quantifier l'importance. Dans certains cas, en particulier si l'on envisage une intervention, d'autres incidences peuvent être utiles : profil en décharge, cheville de face cerclée (incidence de Méary), profil en flexion dorsale puis flexion plantaire maximale, rétrotibiale ascendante à la recherche d'une synostose talocalcanéenne, enfin les incidences spécifiques décrites par Harris [49-50].

Ce bilan radiographique standard peut être complété par un scanner (tomodensitométrie [TDM]) de l'arrière-pied, particulièrement utile pour la recherche d'une synostose du tarse ou d'une pathologie tendinoligamentaire associée. L'exploration par imagerie par résonance magnétique (IRM) est surtout utile dans la pathologie abarticulaire, en particulier du tendon du muscle tibial postérieur [27].

➤ Résultats :

1. Incidence de profil en charge (Fig. 30) [51]:

✓ L'effondrement de l'arche longitudinale médiale du pied se traduit par une augmentation de **l'angle de Djian-Annonier**. Cet angle est compris entre la droite unissant la partie déclive du calcanéum à la partie déclive de l'articulation talonaviculaire et la droite passant par ce dernier et la partie déclive du sésamoïde médial. Cet angle est normalement de 120 à 130. Il est supérieur à 130° dans le pied plat.

✓ **L'angle de Méary:** Cet angle est compris entre l'axe du talus et l'axe du 1^{er} métatarsien. Il est normalement de 10° plus ou moins 8° vers l'âge de trois ans pour atteindre 5° plus ou moins 5° à l'âge de 10 ans, il est augmenté dans le pied plat [42].

✓ Les pentes du calcanéus et du 1er métatarsien : diminuées dans le pied plat. La pente du calcanéus (*calcaneal pitch ou incidence calcanéenne*) est normalement de 25° plus ou moins 5° à 8 ans et est diminuée dans le pied plat.

✓ Une projection antérieure de l'interligne talonaviculaire par rapport à l'interligne calcanéocuboïdien. Normalement, ces interlignes se superposent sur un pied de profil normal.

✓ **La divergence talo-calcanéenne majorée :** l'angle de divergence est évalué par l'axe prolongé du talus croisant celui du calcanéum, l'ensemble formant un angle de 20-30°, qui augmente en cas d'équinisme du pied avec verticalisation du talus.

✓ **Équinisme** souvent associé. Il correspond à une augmentation de l'angle entre l'axe du talus et celui du tibia, responsable d'une verticalisation du talus. Il est normalement de 105 à 110°.

✓ L'excès d'appui antéro-médial se traduit par ailleurs indirectement par une supination de l'avant-pied avec superposition des os naviculaire et cuboïde, et par une frontalisation de la pince bimalléolaire par avancée de la malléole fibulaire.

✓ On recherche également des lésions arthrosiques, en particulier au niveau de l'interligne talonaviculaire.

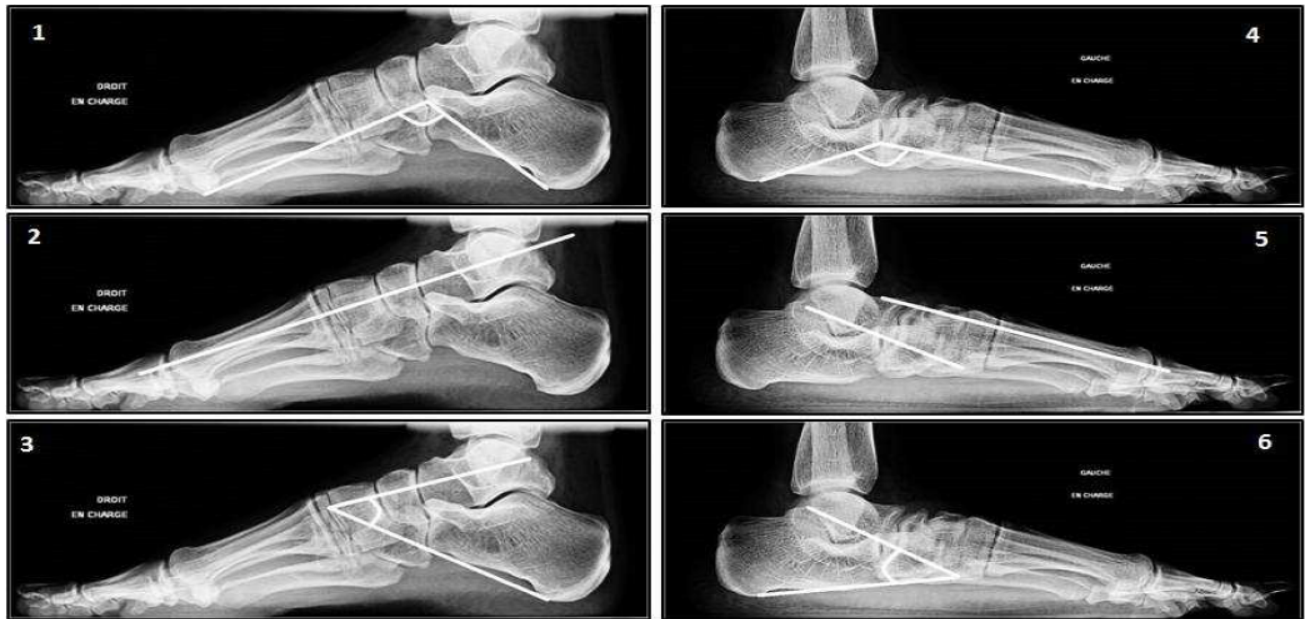


Figure 30 : La radiographie de profil montre l'effondrement de la voûte plantaire par augmentation de l'angle de Djian (4), une cassure de la ligne de Méary Toméno (5), et un angle de divergence talo-calcanéen augmenté en cas d'équinisme associé (6) comparativement à un pied normal (1-2-3).

2. Incidence de face dorsoplantaire en charge :

- Sur cette incidence, on mesure :

✓ **La divergence talocalcanéenne** : Elle correspond à l'angle entre l'axe du talus et le bord latéral du calcaneum, normalement compris entre 15-20°. Elle est augmentée dans le pied plat (Fig. 31).

✓ **L'angle talo-métatarsien** : angle défini par l'axe du talus et celui du premier métatarsien (Fig. 31) (ou deuxième métatarsien (Fig. 32)), qui traduit l'abduction globale de l'arrière et du médio-avant-pied. Il est normalement de 0° à 5° (de 6° à 42° pour l'angle défini par l'axe du talus et celui du 2ème métatarsien).

✓ L'angle entre le bord latéral du calcaneus et l'axe longitudinal du cinquième métatarsien, qui reflète directement la désaxation médio-tarsienne et/ou la désaxation de l'articulation de Lisfranc (Normale = 0°) (Fig. 31).

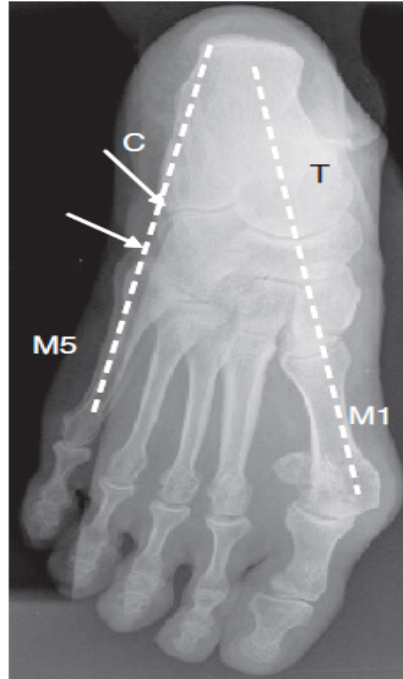


Figure 31 : Pied de face en charge en incidence bifocale.

Divergence talocalcanéenne normale (angle talocalcanéen à 18°). Alignement normal de la colonne latérale (angle calcaneus–M5 nul). Alignement normal de la colonne médiale (angle talus - M1 nul).



Figure 32 : Mesure de l'abduction par l'angle talo-M2 sur pied normal (1) et pied plat (2).

✓ **La découverte de la tête du talus (angle de Giannestra)** secondaire à la subluxation latérale progressive de l'articulation talonaviculaire. Deux lignes sont tracées réunissant les extrémités cartilagineuses de la tête du talus d'une part, et les extrémités articulaires de la partie proximale de l'os naviculaire d'autre part. Le point équidistant de chaque extrémité est noté sur chacune des deux droites et la perpendiculaire est tracée à partir de ce point déterminant le centre de la surface articulaire talienne, et le centre de la surface articulaire naviculaire. L'angle de couverture est l'angle entre les centres des deux surfaces articulaires, et le point médian de la ligne joignant les extrémités articulaires de la tête du talus [52] (Fig. 33).

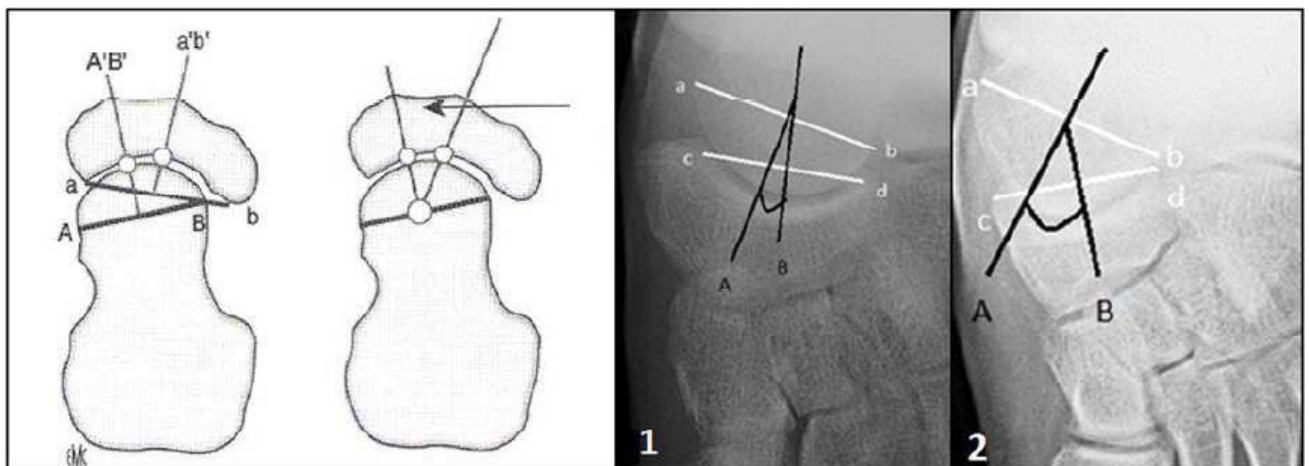


Figure 33 : Mesure de l'angle de couverture de la tête du talus normal (1) et augmenté dans le pied plat par bascule plantaire et médiale du talus et abduction de l'avant-pied (2).

3. Incidence de MEARY : Cheville de face en charge avec cerclage

Elle permet d'apprécier le valgus de l'arrière-pied en charge et l'orientation de l'interligne tibio-talien car parfois le valgus n'est pas sous-talien mais tibial épiphysaire avec ascension de la malléole fibulaire [42]. Ce cliché est réalisé en

utilisant un fil métallique passant par les malléoles en entourant le talon. L'axe du tibia coupe normalement la zone d'appui du talon à l'union du tiers médial et des deux tiers latéraux, matérialisant le valgus physiologique. Il peut également être mesuré entre la verticale et la droite reliant le milieu du dôme du talus et le milieu de la zone d'appui (Fig. 34). Il est normalement de 3 à 5°. Pour que cette mesure soit fiable, il faut s'assurer que la cheville soit parfaitement de face et que le cerclage métallique passe bien par le talon et non par les malléoles, ce qui diminue l'amplitude.

Ce cliché permet également de visualiser l'abduction de l'arrière-pied. La mise en place d'une talonnette réductrice (coin varisant postérieur) permet d'évaluer la réductibilité de ce valgus [53].



Figure 34 : Incidence de Méary: pied normal (1) ; valgus de l'arrière-pied sur pied plat (2).

4. Incidence de trois quarts interne = Pied déroulé :

Cette incidence n'est pas réalisée de façon systématique. Il s'agit d'une incidence particulièrement utile pour éliminer la synostose calcanéo-naviculaire. Elle n'est donc réalisée que s'il existe un doute sur la présence d'une synostose sur les clichés de face et de profil. Elle permet également une étude correcte des différents interlignes du tarse antérieur, permettant ainsi de dépister l'existence de lésions arthrosiques débutantes. Néanmoins l'examen tomодensitométrique reste l'examen de choix pour l'analyse des synostoses [52].

En décharge, on apprécie la réductibilité de chacune des déformations précédentes, à condition de disposer d'incidences équivalentes.

Dans la quantification des déformations, il faut garder à l'esprit que le valgus calcanéen, ainsi que l'abduction de l'avant-pied, augmentent la cassure de l'axe talométatarsien, conduisant à une majoration de l'importance du pied plat ou du moins de sa projection radiologique. Si ces deux déformations paraissent importantes, il peut alors être utile de faire de nouveaux clichés de profil en charge après correction du valgus de l'arrière-pied et après correction de l'abduction par un nouveau centrage. Enfin, les radiographies peuvent montrer des éléments en faveur du caractère secondaire du pied plat [27].

Dans notre série, tous nos patients ont bénéficié de radiographies des 2 pieds de face et de profil.

L'étude de ces radiographies a montré une perturbation des mensurations avec une augmentation de la divergence talo-calcanéenne ($>25^\circ$), de l'angle calcanéus-M5 ($>0^\circ$) et de l'angle talo 1^{er}-métatarsien ($>5^\circ$) aux radiographies dorso-plantaires, et une diminution de l'Angle d'inclinaison calcanéen ($<25^\circ$) avec augmentation de l'angle de Meary ($>5^\circ$) aux radiographies de profil. Aucun patient n'a bénéficié d'une TDM ou IRM préopératoire.

F. Traitement :

L'histoire naturelle de la déformation du pied plat valgus n'est pas encore clairement décrite et semble être variable et imprévisible.

Les patients atteints de PC peuvent avoir une résolution précoce du pied plat valgus vers l'âge de 5-6 ans; cependant, le valgus du talon et la pronation du pied tendent généralement à progresser, en particulier à la fin de l'enfance, et peuvent devenir douloureuses pendant l'adolescence.

Par conséquent, les indications de traitement et la durée de suivi requise continuent de varier considérablement.

L'approche clinique de la prise en charge du pied plat valgus chez les patients atteints de paralysie cérébrale diffère en fonction du niveau fonctionnel chez les patients ambulants, de la spasticité et du déséquilibre musculaire, en particulier chez les patients quadriplégiques.

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 [36].

1. Traitement médical :

a) Traitement orthopédique :

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

i. La rééducation :

C'est le traitement de base de l'IMC. 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.

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 susceptibles de limiter l'effondrement de l'arche médiale (tibial postérieur, muscles intrinsèques ou long fibulaire).

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.

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.

Malheureusement, la rééducation ne peut prétendre à corriger la déformation, et elle doit être aidée par des traitements complémentaires : appareillages, toxine botulique ou chirurgie [54].

ii. Les orthèses [36] :

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. 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 [55].

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 de 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 patients quadriplégiques ayant de faibles capacités fonctionnelles, qui marchent en utilisant des appareils fonctionnels, sont mieux entretenus avec des AFO solides, qui fournissent des pieds stables et permettent donc à l'enfant de se concentrer sur le contrôle de la hanche et du genou.

iii. Les semelles moulées et les chaussures sur mesure [28] :

Il est fréquent d'observer que les sujets placés en suspension sous les aisselles ou tenus au niveau du bassin ont les pieds orientés en flexion plantaire et en forte inversion. Puis, lorsque la descente vers le sol s'amorce, ils anticipent la prise d'appui en orientant volontairement les pieds en éversion pour pouvoir poser les talons au sol. Il s'agit d'une compensation volontaire qui s'automatise assez rapidement.

On peut comprendre que c'est bien à cette période d'apparition de cette adaptation que les semelles correctrices jouent un rôle préventif car l'éversion des pieds (ou pied plat valgus) est appelée à s'accroître par les distensions progressives des éléments capsulaires et ligamentaires au niveau de Chopard interne, puis de l'articulation calcanééo-astragalienne.

La correction du pied plat-valgus chez l'IMC consiste alors à porter globalement le pied en inversion, c'est-à-dire en effectuant particulièrement une supination de l'avant-pied tout en portant le cinquième rayon en dedans. Cette manoeuvre a pour effet de ramener le scaphoïde en face de la tête de l'astragale et de la recouvrir reconstituant ainsi l'arche interne qui paraissait radiographiquement « effondrée ».

Certains sujets ont des contractions pathologiques antigraavitaires très prononcées et parviennent difficilement à porter volontairement leurs pieds en éversion pour trouver un appui des talons sur le sol.

Dans ce cas, les semelles moulées limitant l'éversion complète dont ils ont besoin pour contrôler les contractions intenses des muscles inverseur, les rendent incapables de poser les talons au sol. Pour cette raison, ils peuvent être conduits à porter des semelles ne corrigeant qu'en partie l'éversion active.

Un moulage est alors réalisé en position couchée à plat ventre, le genou fléchi à 90° (Fig. 35), pour la fabrication de semelles moulées en élastomère et de chaussures sur mesure, sans négliger l'influence de contractions pathologiques dues à des facteurs cérébromoteurs qu'il faut identifier et évaluer chez chaque sujet pour les adaptations nécessaires.

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



Figure 35 : Premier temps du moulage.

Dans notre série :

- Tous les patients ont bénéficié d'une rééducation motrice et d'un traitement orthopédique comportant des semelles orthopédiques et des orthèses. Ces interventions n'ont pas corrigé la déformation chez nos patients qui ont tous nécessité une prise en charge chirurgicale.

- 76% des pieds étaient irréductibles ou partiellement irréductibles, ce qui était à l'origine d'une intolérance des semelles et des orthèses, car le pied entraînait en conflit avec ces matériaux, ce qui se caractérisait cliniquement par l'apparition des douleurs et des durillons.

b) Injections de toxine botulique :

Le muscle long fibulaire hyperactif peut être une cible thérapeutique précoce chez les patients atteints de PC ayant un pied plat valgus associé à une hyperactivité du long fibulaire.

Les injections précoces de toxine botulique de type A dans le long fibulaire hyperactif peuvent offrir des avantages cliniques tels que la réduction du risque d'intervention chirurgicale récurrente [26], 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.

Chez les enfants atteints de paralysie cérébrale, l'hyperactivité du muscle long fibulaire est un facteur pathologique majeur du pied plat valgus, cette hyperactivité entraîne le déverrouillage du médio-pied pendant la phase d'oscillation de la marche [24,25]. Au cours du contact initial, la pression est exercée sur le médio-pied déverrouillé, ce qui découvre la tête du talus et provoque un talus équin entraînant une cassure du médio-pied dans l'articulation talonaviculaire [1-6].

La réduction de l'hyperactivité du long fibulaire avec l'injection de toxine botulique de type A, réduit le processus pathologique autour de l'articulation talonaviculaire au médio-pied.

Une étude rétrospective (entre janvier 2007 et juin 2010) [56], a été portée sur 16 enfants, atteints de paralysie cérébrale, traités par injections de toxine botulique de type A dans le long fibulaire pour pieds plats valgus. Tous les patients avaient moins de 6 ans, avec de bonnes capacités fonctionnelles, une hyperactivité du muscle long fibulaire sur l'électromyogramme (EMG), et un équin valgus du pied.

L'âge moyen à la première injection était de $3,2 \pm 1,5$ ans. 9 enfants ont reçus 1 injection, 5 enfants ont eu 2 injections, 1 enfant a eu 3 injections et 1 enfant a eu 4 injections. L'âge moyen à l'évaluation radiologique après traitement était de $4,5 \pm 1,8$ ans.

Après le traitement une amélioration morphologique de l'avant, du milieu et de l'arrière-pied a été notée sur les observations cliniques et vidéo (Fig. 36). L'effondrement du médio-pied est réduit par la diminution de la subluxation du talus, avec disparition de la pronation de l'avant-pied.

La comparaison des résultats radiologiques avant et après le traitement a révélé une amélioration des différentes mensurations radiologiques (Fig. 37), sans différence significative pour l'angle d'incidence calcanéenne et les angles antéro-postérieurs de la cheville (valgus de l'arrière-pied) (Fig. 38).

Ila été conclu que les injections de toxine botulique dans le long fibulaire semblent avoir une action thérapeutique sur l'avant et le médio-pied, ce qui améliore cliniquement le valgus de l'arrière-pied sans agir sur la flexion dorsale du calcanéum qui dépend du complexe tricipitale.

En effet, les injections de toxine botulique de type A dans le long fibulaire peuvent retarder l'intervention chirurgicale en réduisant la pronation de l'avant-pied et l'effondrement du médio-pied.

Dans notre série, 6 pieds ont bénéficié d'injections de toxine botulique avant la chirurgie, avec un résultat insatisfaisant pour tous les cas.

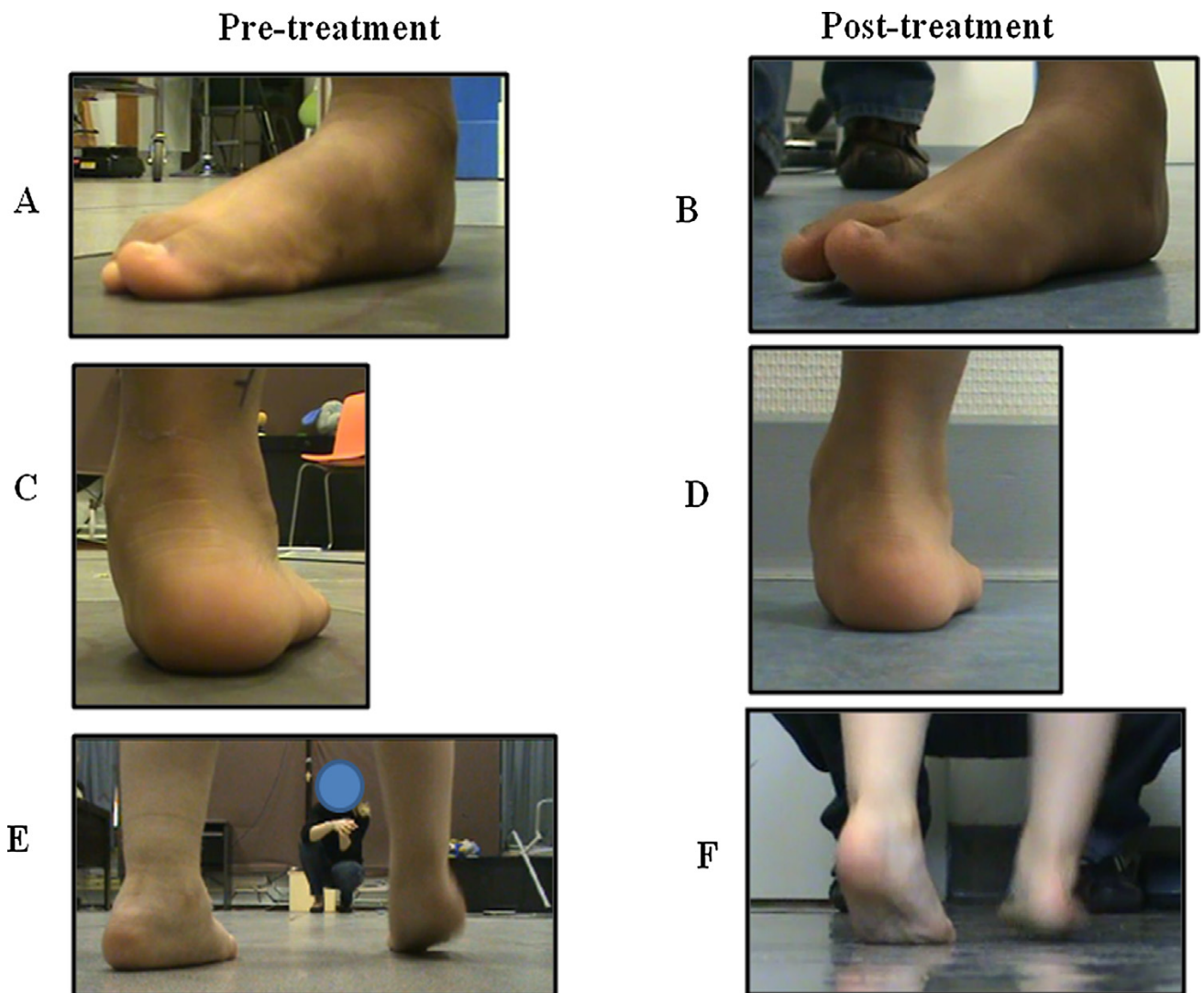


Figure 36 : Vues antéropostérieures d'enfants atteints de paralysie cérébrale avec pied plat valgus associé à une hyperactivité du long fibulaire, montrant la morphologie du pied avant et après l'injection de toxine botulique de type A : Avant et médio-pied (A et B) ; valgus de l'arrière-pied (C et D) et pronation de l'avant-pied (E et F).

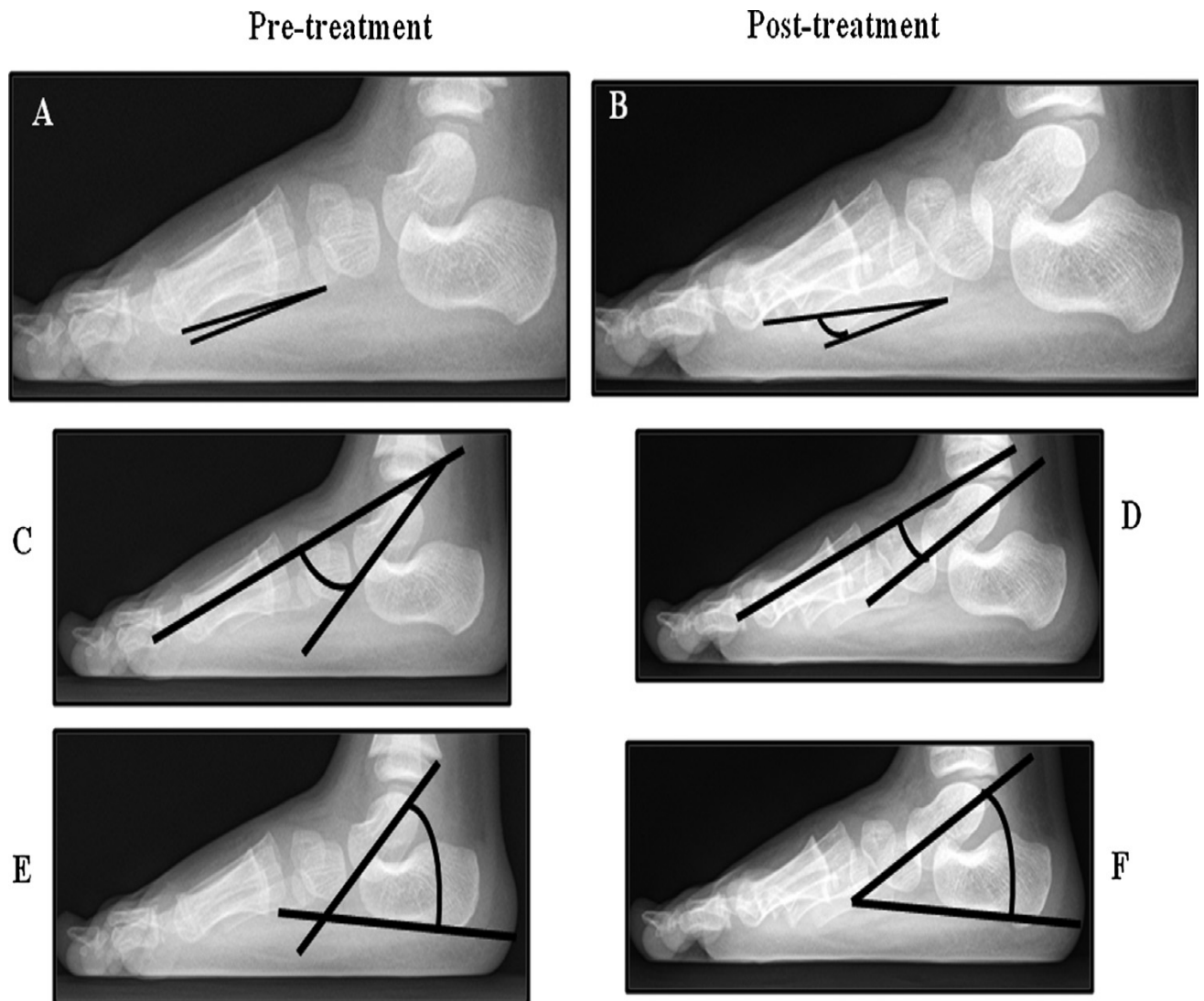


Figure 37 : Radiographies du médio-pied montrant le changement des angles : Metatarsal stacking angle (A et B), talo-1^{er} métatarsien latéral (C et D), et talocalcanéen (E et F) avant et après le traitement.

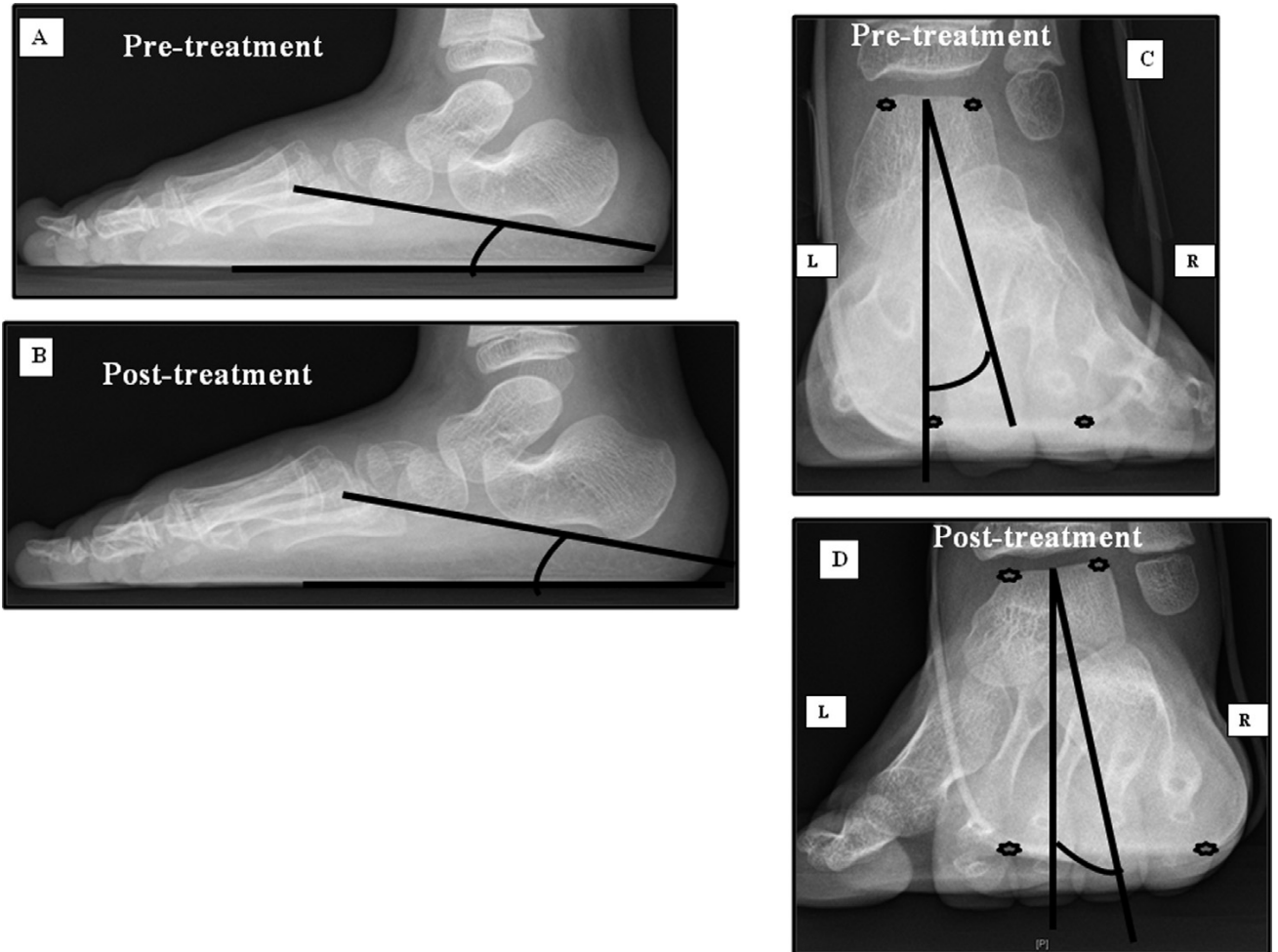


Figure 38 : Radiographies de l'arrière-pied montrant les changements de l'angle d'incidence calcanéenne (A et B), et l'angle antéro-postérieur de la cheville (valgus de l'arrière-pied) (C et D) avant et après le traitement.

2. Traitement chirurgical :

L'indication d'un traitement chirurgicale chez l'enfant IMOC ayant un pied plat valgus est très rare avant l'âge de 9 ou 10 ans, il est réservé aux pieds plats symptomatiques, avec des déformations sévères douloureuses n'ayant pas répondu au traitement conservateur, une intolérance aux orthèses, et une instabilité mécanique affectant la marche du patient.

Dans notre série, tous les patients étaient symptomatiques, ils présentaient tous une déformation importante, une usure des chaussures, une fatigabilité à la marche et une boiterie. La douleur était présente chez 6 patients.

Le but du traitement est d'obtenir une correction sur le plan de l'architecture ostéoarticulaire du pied et sur le plan de l'équilibre tendinomusculaire [57], afin d'établir un pied plantigrade stable et d'améliorer les capacités fonctionnelles telles que la marche et la station debout.

a) La chirurgie des parties molles :

Elle peut être :

➤ **Isolée** comporte l'allongement du triceps, du muscle court fibulaire, les translocations d'insertion musculaire et la section d'anomalies d'insertion tendineuse. Pratiquées isolément ces interventions n'ont jamais permis la correction d'un pied plat valgus important. Seul l'allongement du triceps dans le syndrome d'Achille court serait indiqué dans les pieds plats résistants aux exercices d'élongation [42].

➤ **Adjuvante** comporte : Le raccourcissement de l'aponévrose plantaire, l'allongement du tendon d'Achille, la correction des cordes tendineuses externes ou des anomalies d'insertion du tibial antérieur et du tibial postérieur, ces opérations ont peu d'effet sur la morphologie mais peuvent améliorer la fonction [58].

- Allongement du tendon d'Achille :

L'allongement du tendon d'Achille, percutané ou à ciel ouvert, est régulièrement réalisé soit d'emblée, si la flexion dorsale de la cheville n'est pas suffisante lorsque le valgus de l'arrière-pied est corrigé, soit en fin d'intervention, si le geste n'est pas réalisé au début et que la flexion dorsale de cheville reste limitée.

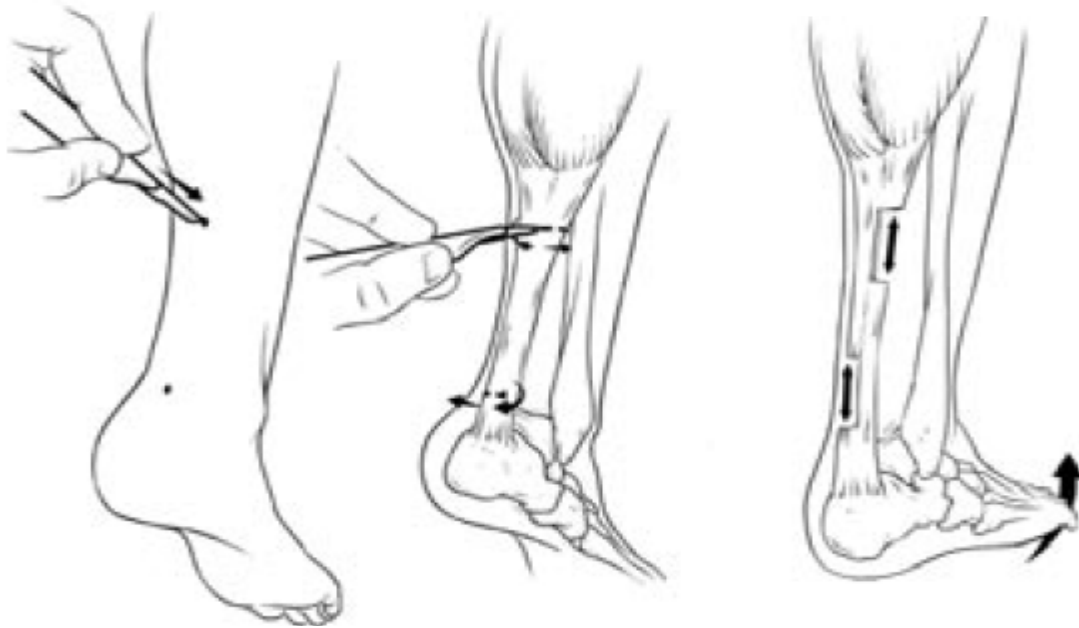


Figure 39: Schéma d'allongement sous cutané par glissement du tendon d'Achille.

- Chirurgie du tendon tibial postérieur :

Si le Pied plat est secondaire à une insuffisance musculotendineuse tibiale postérieure, le traitement de ce déséquilibre complète le rétablissement d'une architecture correcte du pied au moyen de gestes osseux. Si certains auteurs ne réparent pas le tendon tibial postérieur lorsqu'ils réalisent une ostéotomie d'allongement du calcanéus, la plupart des techniques nécessite une réparation du tendon inverseur le plus souvent pathologique, même lors d'arthrodèse de l'arrière-pied.

La réparation isolée du tendon tibial postérieur ne peut se faire que si le tendon est pathologique et s'il n'y a pas de déformation importante en plat-abductus-valgus.

Les gestes chirurgicaux possibles sur le tendon tibial postérieur sont soit la **ténosynovectomie** avec éventuellement réparation d'une fissure tendineuse, soit la **remise en tension du tendon** selon **Kidner** [59], soit **un transfert tendineux** en cas de rupture. Les transferts les plus classiques sont la technique de Cobb [60], qui déroute la moitié du tibial antérieur pour le fixer sur le moignon du tibial postérieur, ou le transfert du long fléchisseur des orteils ou du long fléchisseur de l'hallux, introduit puis fixé dans un orifice confectionné dans l'os naviculaire.

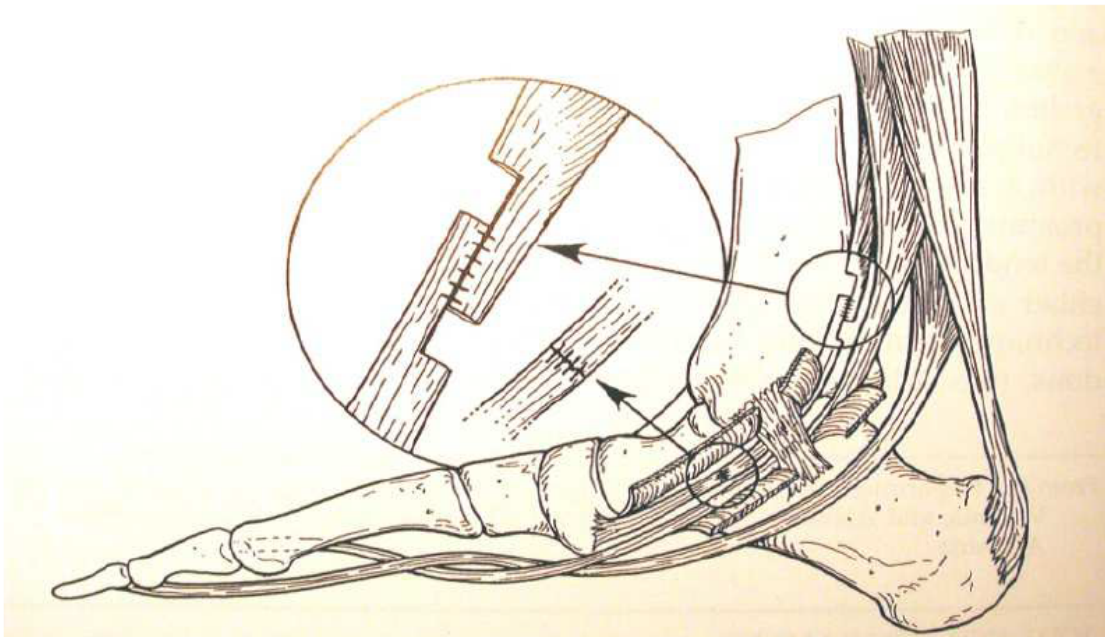


Figure 40 : Schéma d'allongement du TTP proximatement.

- **Chirurgie du ligament calcanéonaviculaire plantaire :**

L'exploration et la réparation du ligament calcanéonaviculaire inférieur sont réalisées dans le même temps.

Le rehaussement de la tête du talus par ostéotomie d'allongement du calcanéus ou l'arthrodèse talonaviculaire est certainement la meilleure méthode pour détendre le ligament calcanéonaviculaire, mais certains auteurs ont décrit des réparations par suture simple, plastie au tendon tibial postérieur ou au fibulaire avec des résultats moins probants.

Dans notre série :

- 1 seul pied a bénéficié d'une chirurgie isolée des parties molles : une ténotomie intramusculaire du court péronier avec transfert du long péronier sur le tibial postérieur, on a constaté une amélioration clinique, morphologique (avec passage du 3ème degré au 1er degré), et radiologique de ce pied.

- 24 pieds ont bénéficié d'une chirurgie adjuvante des parties molles : un allongement du tendon d'Achille et du tendon péronier, un transfert du long péronier sur le tibial postérieur, et une ténotomie intramusculaire des péroniers. Le résultat était satisfaisant pour tous les cas.

b) Les arthrodèses :

i. L'arthrodèse extra-articulaire sous-talienne:

➤ L'arthrodèse extra-articulaire sous-talienne de Grice :

L'arthrodèse extra-articulaire a été décrite initialement par Grice [61] 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 (Fig. 41).

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. Une greffe osseuse tricorticale est prélevée sur la crête iliaque, le péroné ou le tibia.

L'utilisation de greffes tibiales, 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* [62-63-64].

Yoon et al. [65] 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 [66], 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 [67].

Vidalot propose l'interposition d'un cylindre de Silastict afin d'éviter l'enraidissement par l'effet d'arthrodèse tout en obtenant un relèvement du talus [68]. Depuis, de nombreux types d'implant ont été proposés, variant en fonction du matériau utilisé et de la forme de l'implant, **c'est l'arthrorise sous-talienne.**

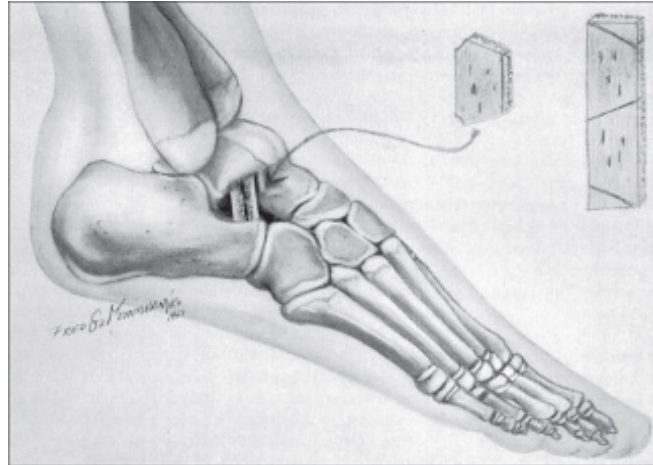


Figure 41 : Illustration de l'arthrodèse extra-articulaire décrite par Grice qui utilise une greffe osseuse corticale placée dans le sinus tarse.

Une étude rétrospective [69] entre mai 2011 et mai 2014, a été portée sur 15 pieds plats valgus flexibles traités par arthrodèse sous-talienne de Grice-Green utilisant une greffe osseuse fibulaire, chez 11 enfants atteints de paralysie cérébrale spastique. L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 10,7 ans (de 6 à 15 ans). Le recul moyen était de 24 mois (extrêmes 9-39 mois). Toutes les greffes étaient stables et une fusion solide avec une correction soutenue s'est produite dans tous les pieds.

11 patients (91%) (13 pieds) étaient satisfaits de la procédure chirurgicale et un (9%) patient (deux pieds) était insatisfait, ce patient était quadriplégique (niveau IV du GMFCS) et ses parents n'étaient pas satisfaits du résultat, bien que l'aspect clinique et les résultats radiographiques étaient satisfaisants. (Fig. 42, 43).

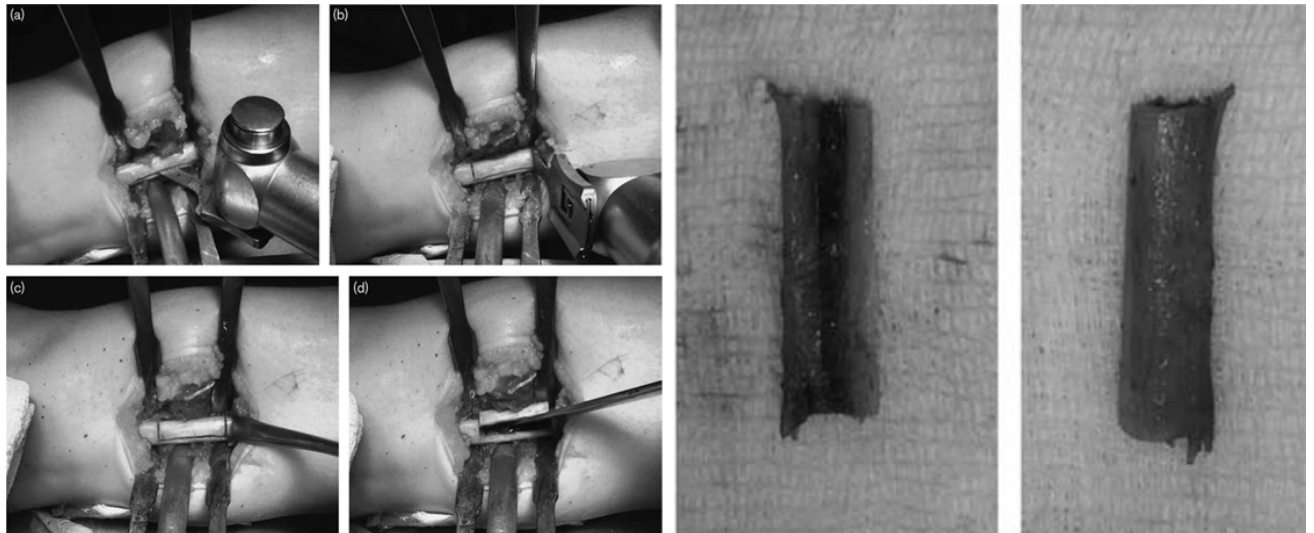


Figure 42 : Ostéotomie fibulaire appliquée à l'aide d'une scie oscillante (a-d).

Figure 43 : Figure montrant une greffe osseuse fibulaire partielle semi-circulaire (b, c).

Une étude rétrospective [70] 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. L'âge moyen était de 10,3 ans (entre 6 et 12 ans). Le recul moyen était de 30 mois (entre 6 et 81 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 (Fig. 44).

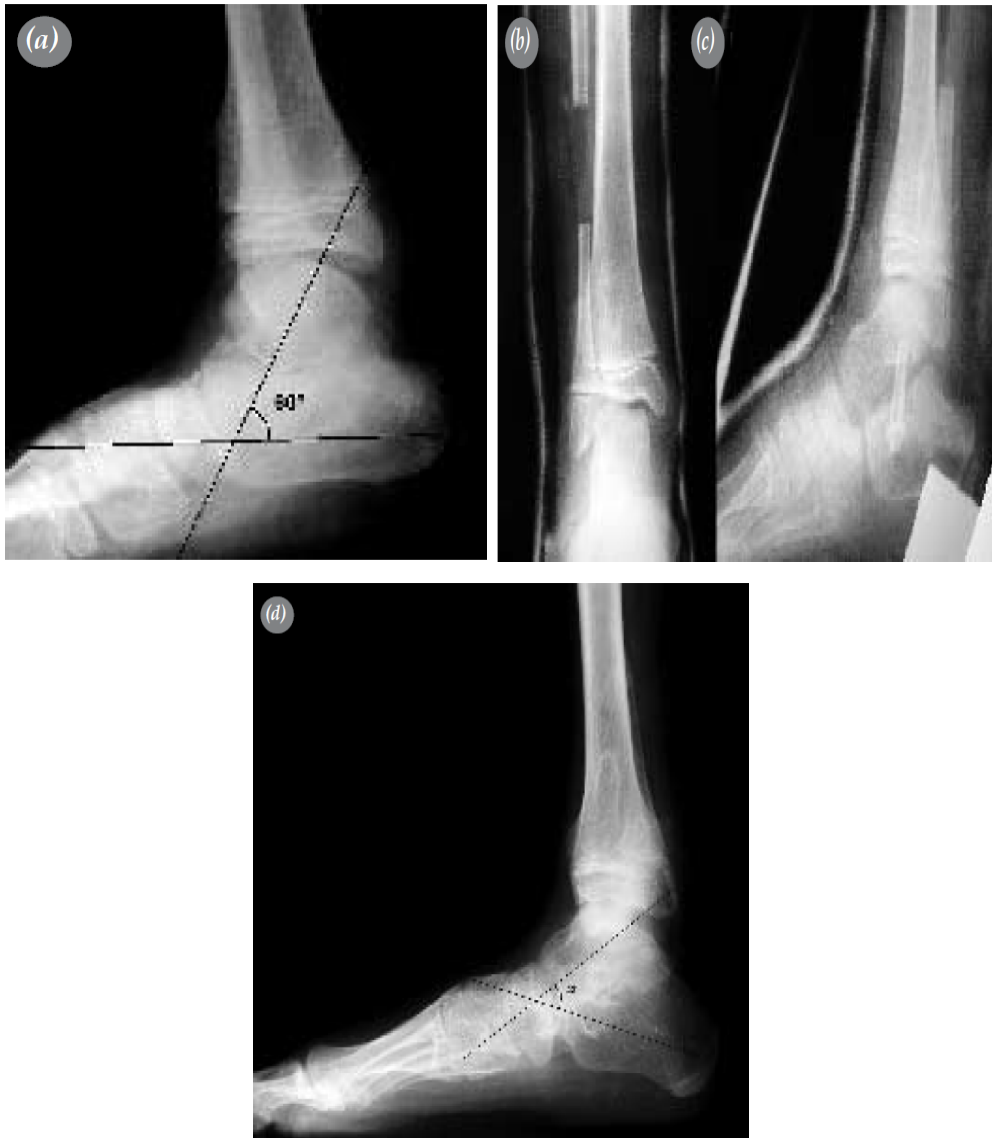


Figure 44 :

- (a) Une radiographie latérale de la cheville d'un enfant diplégique spastique de 11 ans, L'angle talocalcanéen latéral était de 60° et le score AOFAS de l'arrière-pied était de 65, en préopératoire. Après l'arthrodèse extra-articulaire sous-talienne de Grice, (b) apparition du site donneur sur une radiographie antéropostérieure 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° et un score AOFAS de l'arrière-pied de 85. Aucun changement dégénératif dans les articulations tibiotalair et médio-tarsienne.**

Une étude rétrospective [71], a été portée sur 26 pieds plats valgus sévères flexibles traités par arthrodèse extra-articulaire sous-talienne de *Grice* modifiée entre 1976 et 1981, chez 23 enfants atteints de paralysie cérébrale spastique. La greffe était un segment complet du péroné au lieu d'une greffe tibiale cortico spongieuse selon la technique décrite par *Chigot et Sananes* en 1965, l'allongement du tendon d'Achille a été réalisé dans 17 pieds. L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 5 ans (3 à 8 ans). Le recul moyen était de 20 ans (17 ans à 22 ans).

Dans l'ensemble de la série, Treize patients (20 pieds) étaient satisfaits de la procédure Grice, 13 n'avaient aucune douleur et 15 (23 pieds) étaient encore capables de marcher. Les résultats cliniques étaient satisfaisants pour la plupart des pieds. Il a été conclu que la procédure Grice donne de bons résultats à long terme chez les enfants atteints de paralysie cérébrale.

Une autre étude rétrospective [67] entre 1989 et 1994, a été réalisée sur 52 pieds plats valgus symptomatiques traités par arthrodèse extra-articulaire sous-talienne utilisant une greffe osseuse locale provenant du calcaneum et du talus avec une fixation interne (Fig. 45), chez 28 enfants atteints de paralysie cérébrale. L'âge moyen des patients était de 7 ans et 5 mois (extrêmes, 5 -12). Le recul moyen était de 2 ans.

La procédure a réussi à stabiliser 96% des pieds, avec maintien de la correction et un taux d'union osseuse radiographique de 88%. Le taux de satisfaction des patients et des familles était de 90%. 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.

Il a été conclu 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.

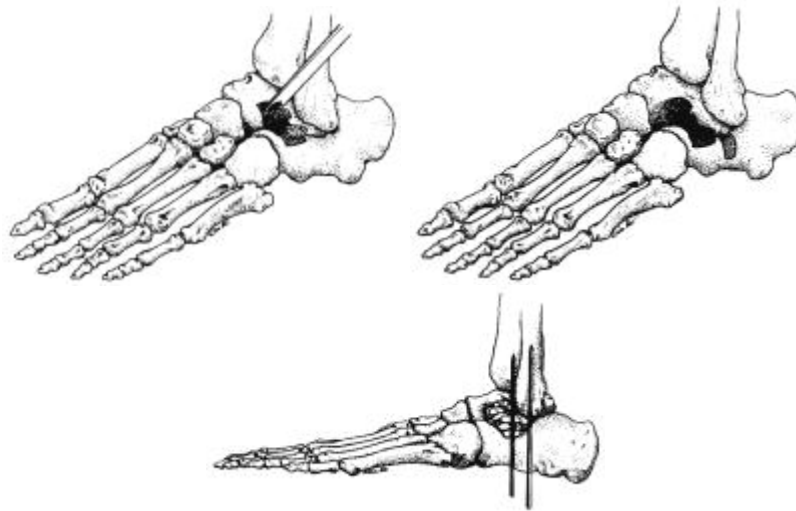


Figure 45 : arthrodèse extra-articulaire sous-talienne utilisant une greffe osseuse locale avec fixation interne.

Une étude rétrospective [72] 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 (entre 2 et 12 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.

➤ **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 Téflont ont conduit à l'élaboration d'un implant cylindre à expansion en polyéthylène proposé par Giannini [58].

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 agisse 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.

Une étude rétrospective [73] entre février 1992 et décembre 2002, a été réalisée 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 (entre 2 et 14 ans). L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 6 ans, allant de 3 ans et 9 mois à 8 ans et 8 mois.

La chirurgie d'arthrorise de Pisani a montré 37 (65%) de résultat satisfaisant et 20 (35%) de résultat insatisfaisant 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.

Dans une étude antérieure, *Fucs et al.* [74] ont publié le résultat d'un traitement par arthrorise de Pisani 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.



Figure 46 : Aspect peropératoire de la mise en place de la vis de Pisani.



a : aspect clinique préopératoire, vue médiale.

b : aspect clinique postopératoire, vu de face.

Figure 47 : aspects cliniques du pied d'un enfant IMC, avant (a) et après (b) une arthrorise avec la vis de Pisani.



Figure 48 : Radiographies du pied gauche traité par arthrorise du pisani en position debout, vue latérale en préopératoire (a), en postopératoire (b) et en fin d'évaluation (c).

En 1990, *Crawford et al.* [75] ont rapporté 85% de bons à excellents résultats radiographiques en utilisant l'arthrorise sous-talienne. Ils croient 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. [76] ont rapporté 96% de résultats satisfaisants chez 1 135 patients utilisant un implant en silicone. Cependant, une chirurgie de révision a été nécessaire dans environ 50% des pieds (16 sur 34) 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.

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

L'intervention du cavalier de Judet 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'hypo-réduction 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. Cette technique d'indication rare est réservée aux pieds plats majeurs de l'enfant avant huit ans [77].

Chez l'enfant IMC, 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 [78-79-80].

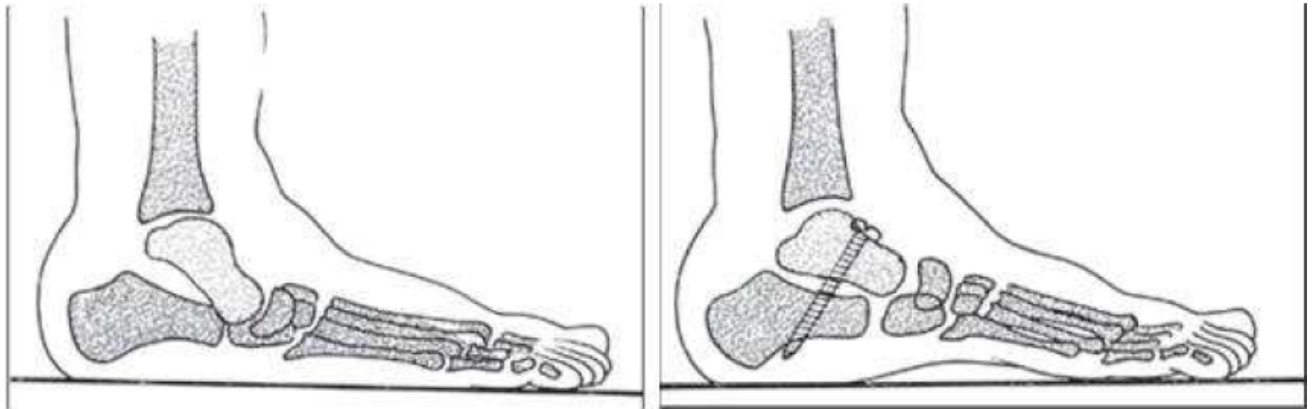


Figure 49 : Opération du cavalier: correction de la divergence talocalcanéenne par remise en selle du talus sur le calcaneus et solidarisation par une vis temporaire [81].



Figure 50 : 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.

➤ **L'arthrodèse sous-talienne : Technique Dennyson-Fulford :**

Leidinger et al. [82] ont récemment rapporté de bons résultats à long terme (22 ans) pour la procédure de Grice chez les enfants atteints de paralysie cérébrale; Cependant, une revue de la littérature, démontre un taux d'échec de 15% à 70% en utilisant la fusion sous-talienne extra-articulaire Grice chez les enfants atteints de PC.

Le taux d'échec élevé de l'arthrodèse sous-talienne de Grice a encouragé *Dennyson et Fulford* [83] à introduire le concept de fixation interne de l'articulation sous-talienne pour stabiliser la correction et réduire la pseudarthrose et la récurrence de la déformation, en utilisant une greffe d'un os spongieux à la place d'une greffe corticale et des vis, lors d'arthrodèses sous-taliennes extra-articulaires, chez les enfants atteints de paralysie cérébrale [84].

Une étude rétrospective [84] entre janvier 1999 et décembre 2004, a été réalisée sur 45 enfants traités par arthrodèse sous-talienne selon la technique de Dennyson-Fulford dans le cadre de chirurgie multisites pour pied plat valgus flexible secondaire à une paralysie cérébrale spastique. L'âge moyen des patients était de 12,9 ans (entre 7 et 18 ans). Le recul moyen était de 55 mois (extrêmes, 30 à 90 mois). Toutes les mesures radiographiques se sont améliorées de manière significative, avec amélioration de la fonction motrice globale de 70%, et une mise en charge post-opératoire plus précoce (2 semaines) par rapport aux autres protocoles publiés pour l'arthrodèse de Grice (6 à 10 semaines).

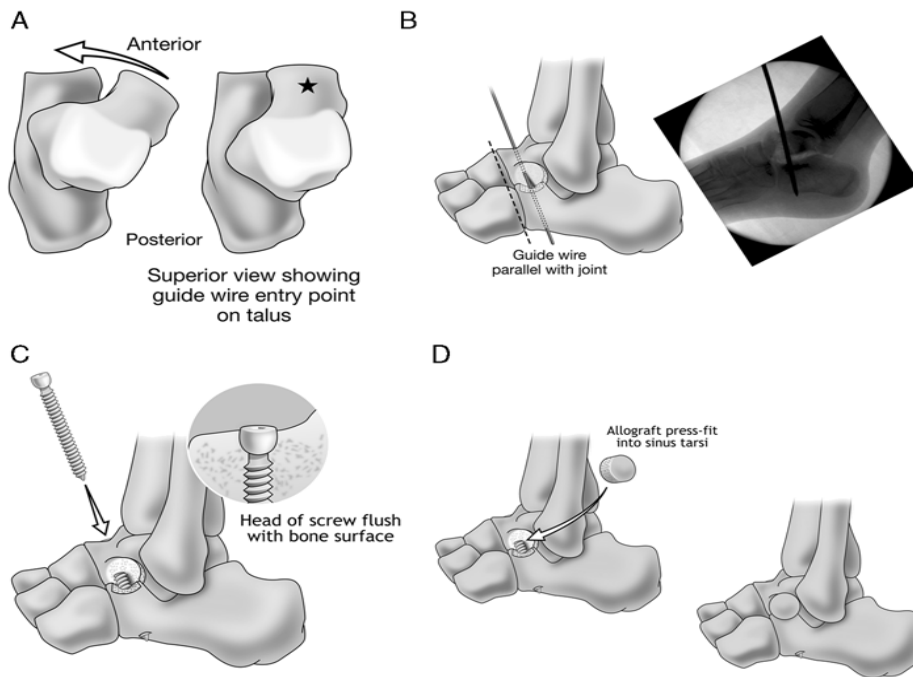


Figure 51 : figure montrant une arthrodèse sous-talienne extra-articulaire selon la technique de Dennyson-Fulford. (A) : Réduction de l'articulation sous-astragaliennne, (B) : insertion d'un fil guide sous fluoroscopie parallèlement aux articulations talonaviculaires et calcanéocuboïdiennes, (C) : insertion de vis spongieuse, (D) : insertion de l'allogreffe.



Figure 52 : Radiographies latérales en charge avant et après réduction du pied plat valgus selon la technique de Dennyson-Fulford avec fixation par vis canulée et insertion d'allogreffe circulaire.

Une étude rétrospective [85] entre 1988 et 1994, a été réalisée sur 36 pieds traités pour un valgus flexible de l'arrière-pied selon la technique de Dennyson-Fulford avec une greffe fibulaire, chez 2 groupes d'enfants (10 atteints de paralysie cérébrale et 16 atteints de poliomyélite). L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 6,2 ans (extrêmes 4-11 ans). Le recul moyen était de 3,6 ans.

Sur 16 pieds chez 10 patients atteints de paralysie spastique, 13 (81%) ont montré de bons résultats, tandis que 3 pieds (presque 19%) ont donné un résultat moyen. Au total 80% de bons résultats en utilisant cette procédure pour corriger un valgus flexible de l'arrière-pied chez les patients atteints de paralysie cérébrale spastique. Il a été conclu que cette technique est facilement réalisée, et permet une réduction précise, stable et maintenue sans récurrence de la déformation.

Shore et al. [86] ont rapporté une amélioration du niveau fonctionnel chez tous les patients dans une revue rétrospective de 46 enfants traités avec arthrodèse sous-talienne extra-articulaire avec fixation interne selon la technique de Dennyson-Fulford.

Dogan et al. [87] ont comparé l'allongement de la colonne latérale et l'arthrodèse extra-articulaire de Dennyson-Fulford chez un groupe de patients atteints d'équin valgus d'étiologie mixte, et ont trouvé des résultats comparables.

Une autre étude rétrospective [88] entre janvier 2011 et décembre 2014, a établi une Comparaison de l'efficacité à moyen terme entre l'arthrorise sous-talienne et l'arthrodèse sous-talienne de Dennyson-Fulford pour le traitement du pied plat chez les enfants ambulants atteints de paralysie cérébrale. 12 patients (20 pieds) ont été inclus dans cette étude avec un âge moyen de 7,8 ans, et un recul moyen de $30,2 \pm 9,5$ mois.

Il a été conclu que les 2 techniques étaient efficaces pour le traitement chirurgical du pied plat spastique, avec des résultats cliniques similaires.

Dans notre série, aucun patient n'a bénéficié d'une arthrodèse sous-talienne extra-articulaire.

ii. La triple arthrodèse :

La triple arthrodèse est une technique chirurgicale très efficace qui permet la correction de déformations de l'arrière-pied dans les trois plans de l'espace. Elle se définit comme étant la technique chirurgicale permettant la fusion des articulations (talo-calcaneenne, talo-naviculaire et calcaneo-cuboïdienne). Elle a pour objectif d'améliorer la fonction de l'arrière-pied en éliminant les douleurs et en corrigeant les défauts axiaux de l'arrière-pied.

Bien que quatre os de l'arrière-pied soient impliqués dans cette procédure chirurgicale, le nom de triple arthrodèse utilisé par les anglo-saxons fait référence aux trois plans (coronal, sagittal et transversal) dans laquelle la correction de l'arrière-pied est possible.

Cette technique présente un risque significatif d'enraidissement et d'arthrose dégénérative des articulations adjacentes. Elle doit rester une indication d'exception.

Une étude rétrospective [89] entre 1997 et 2007, a été réalisée sur 29 pieds plats valgus traités par triple arthrodèse avec allongement de la colonne latérale, chez 2 groupes d'enfants ayant une paralysie cérébrale spastique ou des synostoses du tarse . Il y avait 22 patients avec un âge moyen de 15,7 ans (entre 11 et 20 ans). Le recul moyen était de 3 ans et 4 mois (extrêmes 18,3-66,7 mois).

Dans l'ensemble, cette série a atteint 84% de bons résultats cliniques. Il n'y avait pas de différence statistiquement significative des taux d'échecs cliniques entre le groupe de la paralysie cérébrale et le groupe des synostoses. Deux des échecs radiographiques étaient des patients atteints de paralysie cérébrale avec diplégie spastique, et le troisième avait une paralysie cérébrale avec quadriplégie spastique.

Dans cette étude, les patients présentant un pied plat valgus spastique se sont révélés être le groupe le plus difficile à corriger. Le taux global de complications rapportées était de 37,9%.

Il a été conclu que dans le cadre d'une déformation rigide du pied plat valgus, la TA avec ACL à travers l'articulation calcanéocuboïdienne fournit une correction stable avec de bons résultats cliniques. La technique corrige les déformations du médio et de l'arrière-pied tout en préservant la longueur, et la fixation par des vis est plus efficace chez les patients atteints de paralysie cérébrale spastique.

Tenuta et al. [90] ont trouvé que la triple arthrodèse chez les patients atteints de paralysie cérébrale, avec un suivi moyen de 17,8 ans, présentait des altérations dégénératives de l'articulation de la cheville dans 43% des pieds et que les mauvais résultats étaient corrélés à la déformation résiduelle, en particulier le pied plat valgus.

Monson et Gibson. [91] ont constaté que le résultat de la triple arthrodèse pour le pied plat n'est pas aussi bon dans la PC que dans d'autres maladies, telles que la poliomyélite, et les déformations en cavus.

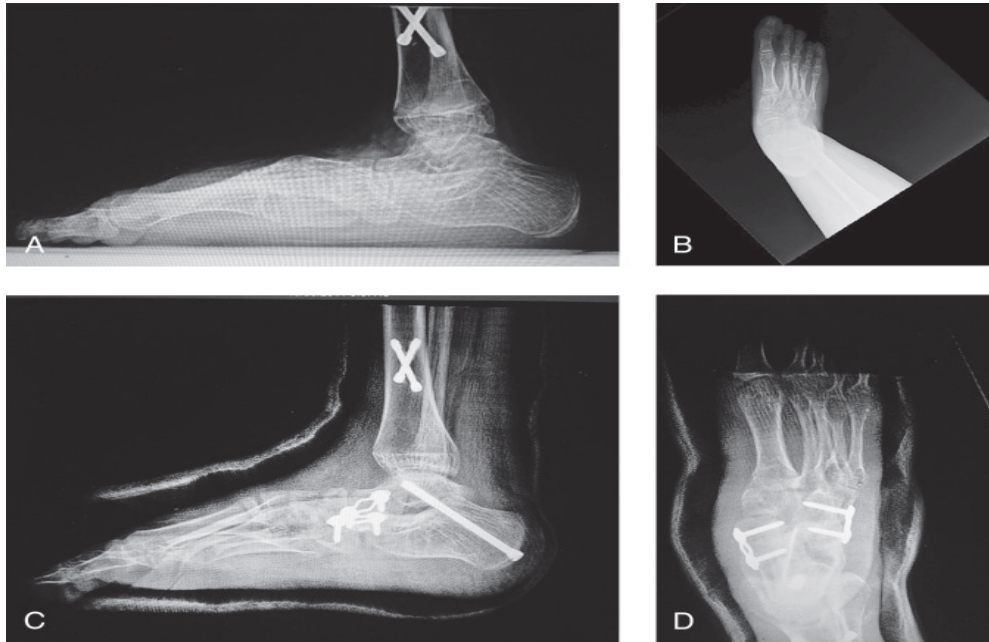


Figure 53 : Radiographies latérales (A) et AP (B) en charge du pied d'un patient de 15 ans présentant un pied plat valgus neuromusculaire sévère bilatérale. Le patient avait déjà été traité avec une ostéotomie tibiale pour un trouble rotatoire.

Radiographies postopératoires latérales (C) et AP (D) montrant l'alignement après une triple arthrodèse avec allongement de la colonne latérale par arthrodèse calcanéo-cuboïdienne.

Dans notre série :

- 4 pieds (2 irréductibles et 2 partiellement réductibles) ont bénéficié d'une triple arthrodèse avec allongement du tendon d'Achille et du péronier associée à une ostéotomie d'allongement calcanéen avec greffon iliaque.
- 4 pieds (2 irréductibles et 2 partiellement réductibles) ont bénéficié d'une triple arthrodèse avec allongement du tendon d'Achille et du péronier.
- 4 pieds (2 irréductibles et 2 partiellement réductibles) ont bénéficié d'une triple arthrodèse avec allongement du tendon péronier.

On a constaté chez tous ces patients une amélioration clinique, morphologique (avec passage de 10 pieds du 3^{ème} degré au 1^{er} degré et de 2 pieds du 3^{ème} degré au 2^{ème} degré) et radiologique (lorsque la prise des mensurations était possible), l'évolution était bonne dans 10 pieds, et marquée par une agrafe gênante dans 2 pieds.

Au total le résultat était satisfaisant pour tous les cas.

iii. Arthrodèse articulaire talonaviculaire :

Cette technique consiste à fusionner les surfaces articulaires du talus et de l'os naviculaire, elle provoque une immobilisation de l'ensemble de l'articulation autour de l'astragale.

Pour éviter une sous-correction ou une récurrence de la déformation, **Huang et al.** [92] ont recommandé d'associer la procédure Evans à une fusion talonaviculaire lors du traitement du valgus symptomatique sévère chez les patients atteints de paralysie cérébrale.

Une étude rétrospective [93] entre février 2002 et décembre 2005, a été réalisée sur 59 pieds plats valgus traités par arthrodèse articulaire talonaviculaire dans le cadre de chirurgie multisites, chez 32 enfants atteints de paralysie cérébrale spastique. L'âge moyen des patients était de 13,9 ans (extrêmes 9-20 ans). Le recul moyen était de 3 ans et 4 mois (extrêmes 18,3-66,7 mois).

En général, l'aspect clinique du pied a montré des améliorations postopératoires en ce qui concerne la stabilité et le valgus de l'arrière-pied, et la plupart des patients ont été satisfaits de la procédure et l'ont recommandée aux autres patients. L'évaluation radiographique a montré une amélioration de l'angle talo-premier métatarsien sur la radiographie AP.

Au total vingt-huit des 32 patients (87,5%) étaient satisfaits de la correction chirurgicale et quatre patients étaient partiellement satisfaits et aucun n'était insatisfait. Il a été conclu que l'objectif d'obtenir une correction de l'arche médiale du pied, et de l'instabilité médio-tarsienne avec un alignement de l'arrière-pied peut être obtenu avec une arthrodèse talonaviculaire chez les enfants plus âgés et les adolescents atteints de PC.



Figure 54 : Aspect clinique pré et postopératoire d'un pied plat-valgus traité par une arthrodèse articulaire talo-naviculaire.



Figure 55 : Radiographies latérales pré et postopératoire d'un pied plat-valgus traité par une arthrodèse articulaire talo-naviculaire.

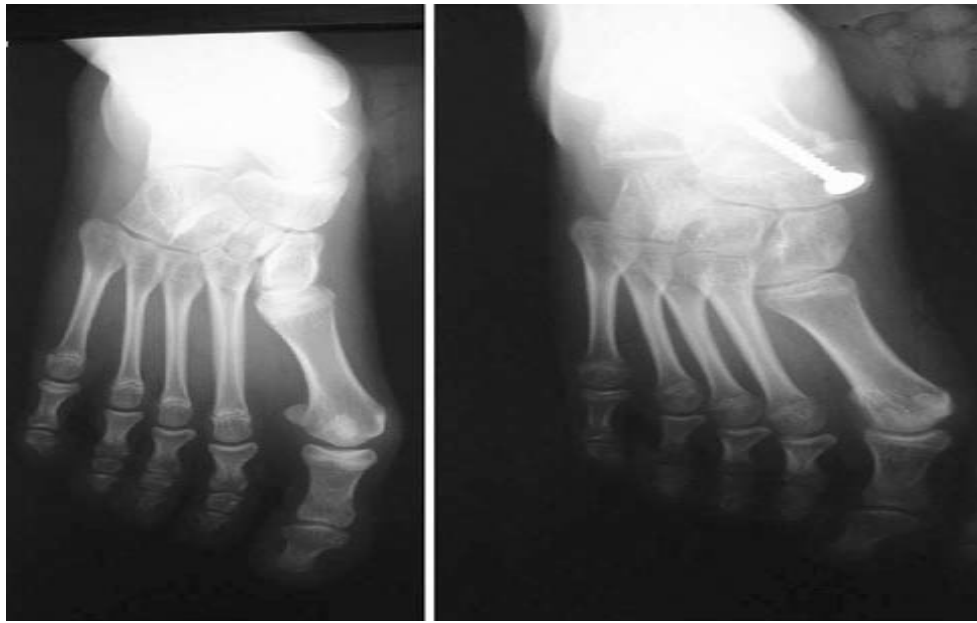


Figure 56 : Radiographies AP pré et postopératoires d'un pied plat-valgus traité par une arthrodèse articulaire talo-naviculaire.

Certains auteurs associent l'arthrodèse à d'autres techniques : ostéotomie d'allongement du calcanéus, translation médiale du calcanéus, ostéotomie du cunéiforme médial, et surtout à des interventions tendineuses de rééquilibration [94].

Grice et de nombreux autres auteurs ont souligné que l'équilibre musculaire devrait être rétabli avant ou au moment de l'opération, particulièrement dans la paralysie cérébrale. Dans les revues majeures, l'allongement du tendon d'Achille ou l'aponévrose du gastrocnémien a été réalisée chez 30% et 100% des pieds [71].

Dans notre série, 4 pieds (partiellement réductibles) ont bénéficié d'une arthrodèse talo-naviculaire associée à une ostéotomie d'allongement calcanéen et un allongement du tendon péronier. Le résultat était satisfaisant pour tous les pieds avec une amélioration clinique, morphologique (avec passage du 3^{ème} degré au 1^{er} degré) et radiologique. L'évolution a été marquée dans 2 pieds par l'apparition d'une douleur mécanique à la marche.

c) Les ostéotomies :

Le principe global des ostéotomies est de corriger la brièveté relative de l'arche latérale par rapport à l'arche médiale. Le chirurgien peut avoir recours à un allongement de la colonne latérale, un raccourcissement de la colonne médiale ou une combinaison entre ces deux principes. Une fois l'arrière-pied axé, il importe d'analyser la supination de l'avant-pied qui, si elle n'est pas corrigée, nécessite un geste d'abaissement du 1^{er} rayon.

i. Ostéotomie d'allongement de la colonne latérale :

➤ L'ostéotomie d'allongement du calcanéum ou technique d'Evans :

L'ostéotomie d'allongement du calcanéus (Fig. 57) a été initialement décrite en 1975 par *Evans* [95], puis révisée par *Mosca* [96,97]. Elle corrige 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.

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.

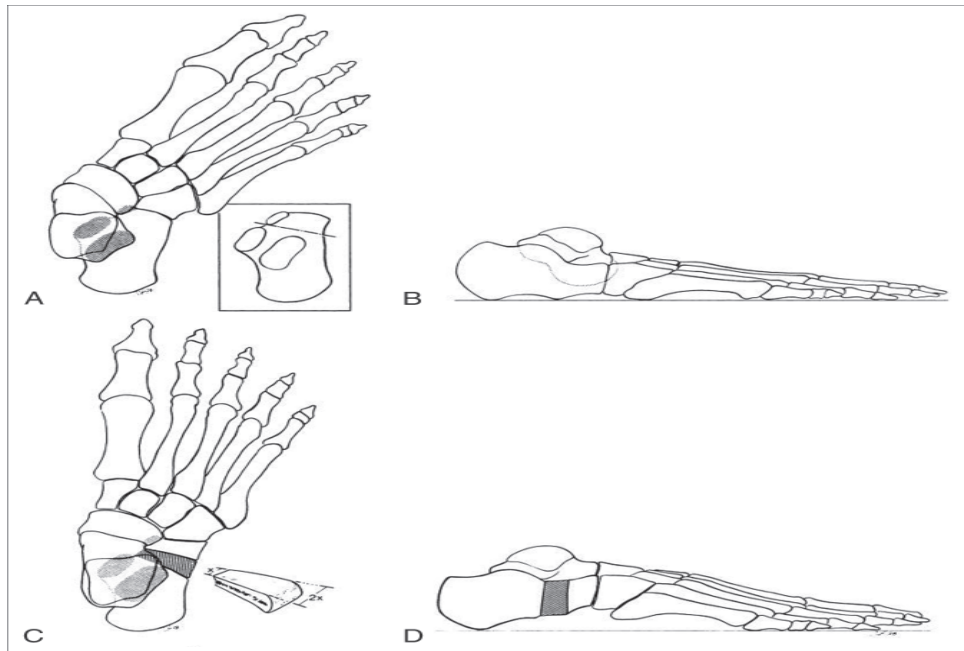


Figure 57 : Schémas AP (A) et latéral (B) d'un pied équin valgus avec effondrement de l'arche médiale et perte de la couverture talonaviculaire.

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* [98] 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. [99] 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 [100] 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.

Une étude rétrospective [101] entre 1996 et 2004, a été réalisée sur 28 pieds plats valgus traités par ostéotomie d'allongement calcanéen selon la technique d'Evans modifiée, chez 19 enfants atteints de paralysie cérébrale séparés en 2 groupes (ambulants et non ambulants). L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 8,6 ans (entre 4 et 18 ans). Le recul moyen était de 4,3 ans.

Il y avait 75% (21pieds) des résultats cliniquement satisfaisants et 79% (22pieds) des résultats radiologiquement satisfaisants selon les critères de Mosca.

Il a été conclu que l'allongement calcanéen était une procédure efficace pour corriger les déformations légères à modérées du pied plat valgus chez les enfants ambulants atteints de paralysie cérébrale, tandis que chez les enfants non ambulants présentant des déformations sévères du pied plat valgus, 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 (plus de 11 ans) pour corriger la déformation et maintenir la correction obtenue.

Une étude prospective [102] entre 1994 et 1998, a été réalisée sur 46 pieds plats valgus flexibles sévères traités par la technique d'Evans utilisant une autogreffe tricorticale de la crête iliaque, chez 32 enfants atteints de paralysie cérébrale spastique. L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 11 ans. Le recul moyen était de 66 mois. Cette étude a confirmé l'efficacité de cette technique pour la correction du pied plat valgus sévère lorsque la déformation est flexible, cependant des procédures associées des tissus mous sont nécessaires pour limiter le risque de récurrence.

Une autre étude rétrospective [103] réalisée entre 1995 et 1999 sur 92 pieds plats valgus flexibles, a confirmé l'efficacité de l'allongement calcanéen pour les déformations modérées à sévères du pied plat valgus flexible 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.

Une étude rétrospective [104], a été réalisée sur 75 enfants atteints de paralysie cérébrale traités par la technique d'Evans modifiée pour pied plat valgus. L'âge moyen des patients était de 11 ± 5 ans. Le recul moyen était de 3 ans (entre 1 et 8). Cette étude a montré que l'ostéotomie d'allongement calcanéen avec allongement concomitant du court fibulaire est une procédure efficace pour corriger le pied plat valgus chez les patients atteints de paralysie cérébrale.

Cependant, pour les patients ayant un angle talo 1^{er}-métatarsien AP supérieur à 23° , un angle talo 1^{er}-métatarsien latéral de 36° et un chevauchement naviculocuboïdien de 72%, des procédures associées de stabilisation médiale, telles qu'un transfert du tendon tibial postérieur et une arthrodèse talonaviculaire, sont nécessaires pour prévenir une sous-corrrection avec allongement calcanéen seul.

Mosca [105] et *Zeifang et al.* [106] ont indépendamment publié des résultats satisfaisants montrant une utilisation efficace de l'autogreffe ou de l'allogreffe dans l'ostéotomie d'allongement calcanéen chez les patients atteints de paralysie cérébrale.

Ledford et al. [107] ont publié des résultats insatisfaisants en utilisant des xéno greffes bovines pour le traitement des déformations du pied chez l'enfant.

Une étude rétrospective [art 1] 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 xéno greffe 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 xéno greffe donne de meilleurs résultats radiographiques à long terme, tandis que l'allogreffe donne une meilleure intégrité de greffe.

➤ ***L'ostéotomie d'ouverture du cuboïde est une alternative, cependant plus rarement proposée [108].***

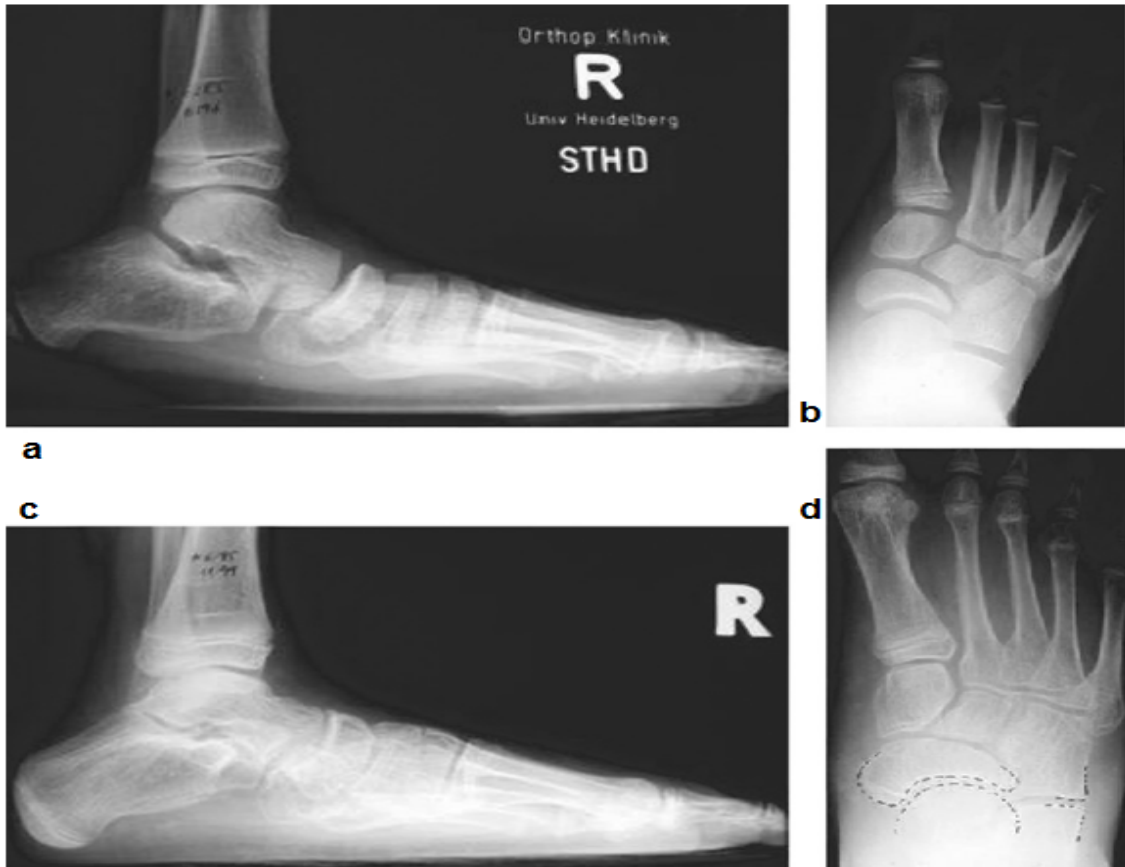


Figure 58 : Radiographies pré (a,b) et postopératoires (c,d) en charge du pied droit d'un enfant IMC, montrant un excellent résultat post-opératoire 3 ans après une ostéotomie d'allongement calcanéen d'Evans.

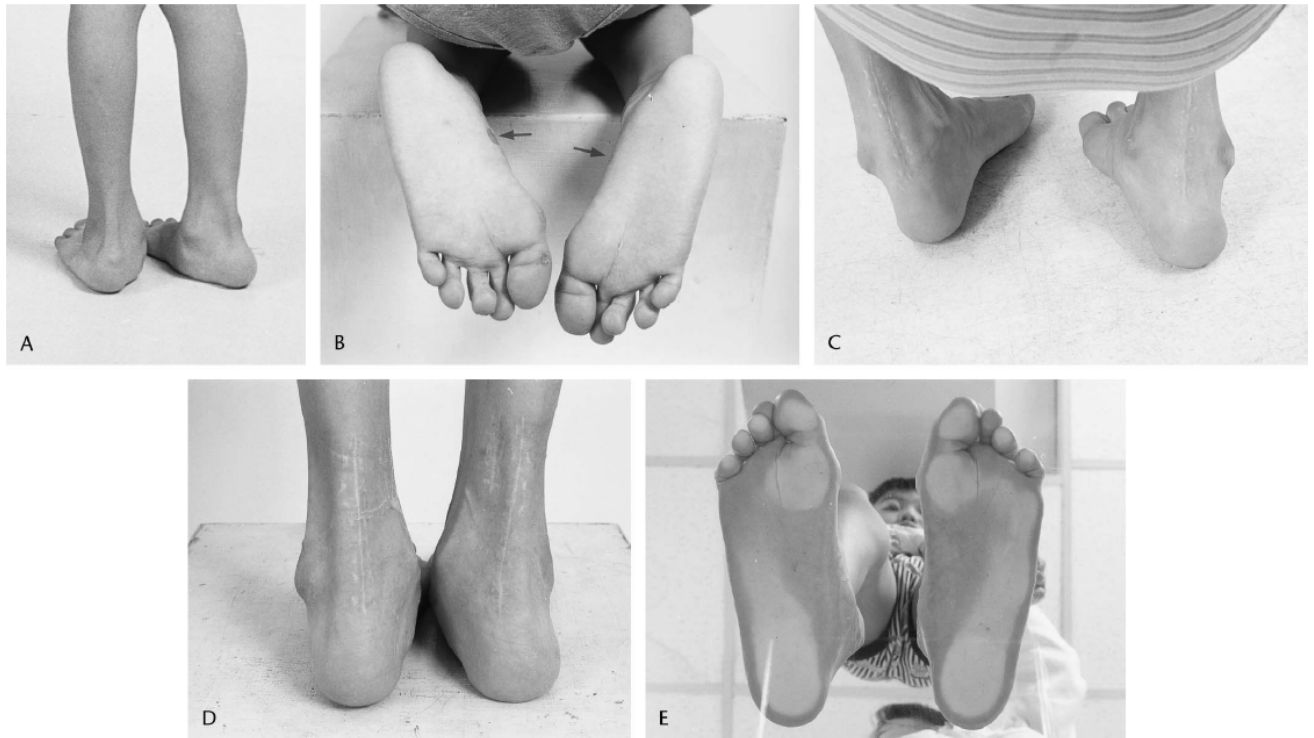


Figure 59 : Résultat du traitement chirurgical du pied plat valgus avec ostéotomie d'allongement du calcanéus chez un garçon diplégique de 5 ans avec PC mixte.

A, B. Aspect clinique préopératoire des pieds Plats valgus, avec une abrasion cutanée récurrente sur le bord médial du pied (flèches).

C, une déformation en Varus développée après l'allongement calcanéen, et aggravée avec la marche. Un transfert du tendon tibial postérieur a été réalisé.

D et E, photographies prises 6 ans après la chirurgie.

Dans notre série :

- 4 pieds (2 irréductibles et 2 partiellement réductibles) ont bénéficié d'une ostéotomie d'allongement calcanéen avec greffon iliaque associée à une triple arthrodèse avec allongement du tendon d'Achille et du péronier, on a constaté chez tous ces patients une amélioration clinique, morphologique (avec passage de tous les pieds du 3ème degré au 1er degré) et radiologique, avec une bonne évolution.

- 6 pieds (3 réductibles et 3 partiellement réductibles) ont bénéficié d'une ostéotomie d'allongement calcanéen avec ténotomie intramusculaire des péroniers, on a constaté chez tous ces patients une amélioration clinique, morphologique (avec passage de 5 pieds du 3ème degré au 1er degré, et 1 pied du 2ème au 1ème degré) et radiologique, l'évolution était bonne dans 4 pieds alors que 2 pieds, qui étaient partiellement réductibles ont présenté un déplacement de l'agrafe.

- 4 pieds (partiellement réductibles) ont bénéficié d'une ostéotomie d'allongement calcanéen avec arthrodèse talo-naviculaire et un allongement du tendon péronier, on a constaté chez tous ces patients une amélioration clinique, morphologique (avec passage de tous les pieds du 3ème degré au 1er degré) et radiologique, l'évolution était bonne dans 2 pieds alors que 2 pieds, qui étaient partiellement réductibles ont présenté une douleur mécanique à la marche.

- 2 pieds (réductibles) ont bénéficié d'une ostéotomie d'allongement calcanéen avec transfert du long péronier sur le tibial postérieur, on a constaté chez tous ces patients une amélioration clinique, morphologique (avec passage de tous les pieds du 3ème degré au 1er degré) et radiologique, avec une bonne évolution.

Au total :

- Tous les pieds qui ont bénéficié d'une ostéotomie d'allongement calcanéen ont présenté un résultat satisfaisant.

Tableau 7 : Résultats de l'ostéotomie d'allongement calcanéen dans différentes études et dans notre série.

	Année	Nombre de pieds	Bons+excellents résultats	Résultats moyens	Mauvais résultats	Recul moyen
<i>Andreacchio et al.</i> [109]	2000	23 pieds	17 pieds (74%)	2 pieds (9%)	4pieds (17%)	4,1 ans
<i>Zeifang et al.</i> [110]	2006	46 pieds	30 pieds	9 pieds	7 pieds	66 mois
<i>Yoo et al.</i> [111]	-	92 pieds	69 pieds (75%)	-	-	5,2 ans
<i>Noritake et al.</i> [112]	2005	27 pieds	20 pieds (74,1%)	-	-	3,2 ans
<i>Hanna et al.</i> [113]	2004	27 pieds	22 pieds	5 pieds	-	2 ans
Notre étude		16 pieds	100%	-	-	4 ans

Les résultats de notre série sont proches des résultats de la littérature (des séries de *Andreacchio et al*, *Zeifang et al*, *Yoo et al*, *Hanna et al*, *Noritake et al*, et *Mosca*).

ii. Ostéotomies de raccourcissement de la colonne médiale :

Les ostéotomies extra-articulaires de raccourcissement et de réorientation de l'arche médiale, le plus souvent par résection cunéiforme à base inférieure et médiale sont proposées dans le but de creuser l'arche médiale tout en diminuant l'abduction de l'avant-pied.

L'ostéotomie peut être unique, pratiquée à hauteur de la cassure talo-métatarsienne ou étagée le long de la colonne médiale afin de diminuer la hauteur de résection et de conserver son caractère extra-articulaire. Elle a été proposée pour l'os cunéiforme médial, l'os naviculaire et même pour le col du talus.

Les ostéotomies d'allongement de la colonne latérale et de raccourcissement de la colonne médiale peuvent être combinées, le greffon osseux issu du raccourcissement médial peut être introduit dans l'allongement latéral.

Une étude rétrospective [114] entre septembre 2012 et septembre 2013, a été réalisée sur 20 pieds traités par une ostéotomie simultanée des 2 colonnes, avec un raccourcissement de la colonne médiale du pied par ostéotomie de fermeture du cunéiforme médial, et un allongement la colonne latérale par ostéotomie d'ouverture du cuboïde pour un valgus flexible modéré à sévère de l'arrière-pied, chez 11 enfants ambulants atteints de paralysie cérébrale spastique. L'âge moyen au moment de la chirurgie était de 6 ans. Le recul moyen était de 1 an et 9 mois.

Les résultats étaient excellents dans 8 pieds, bons dans 8 pieds, et moyens dans 4 pieds, ils ont conclu que cette technique d'ostéotomie simultanée des 2 colonnes latérale et médiale, permet de restaurer l'alignement du pied, diminuer la douleur, préserver la mobilité de l'articulation sous-talienne, et d'éviter les complications associées à l'arthrodèse.



Figure 60 : Des images préopératoires (A) montrant un valgus bilatéral de l'arrière-pied, avec effondrement de l'arche médiale des 2 pieds, et des images postopératoires (B) 1 an après un traitement par ostéotomie simultanée des colonnes médiale et latérale, montrant une correction du valgus au niveau des 2 pieds.

iii. Ostéotomie calcanéenne de translation médiale ou de médialisation de la tubérosité du calcaneus :

L'ostéotomie de translation médiale du calcaneum, réalisée isolément permet de corriger le valgus du talon, mais n'a pas ou peu d'effet sur les autres composantes de la déformation. Cette ostéotomie repositionne l'insertion du tendon d'Achille et de l'aponévrose plantaire par rapport à l'axe du Bloc calcanéopédieux (axe de Henké), et restitue un axe correct de l'arrière-pied en corrigeant le valgus, diminuant ainsi l'étirement du ligament collatéral médial de la cheville pendant la phase d'appui talonnier. Cette translation médiale induit une rotation latérale du pied et doit être systématiquement associée à un geste de remise en tension ou de réparation du tendon tibial postérieur.

Parmi les complications, si les pseudarthroses sont très rares, les défauts de correction et les lésions des nerfs sural ou plantaire médial sont plus classiques.

Son indication dans cette pathologie est exceptionnelle chez l'enfant.

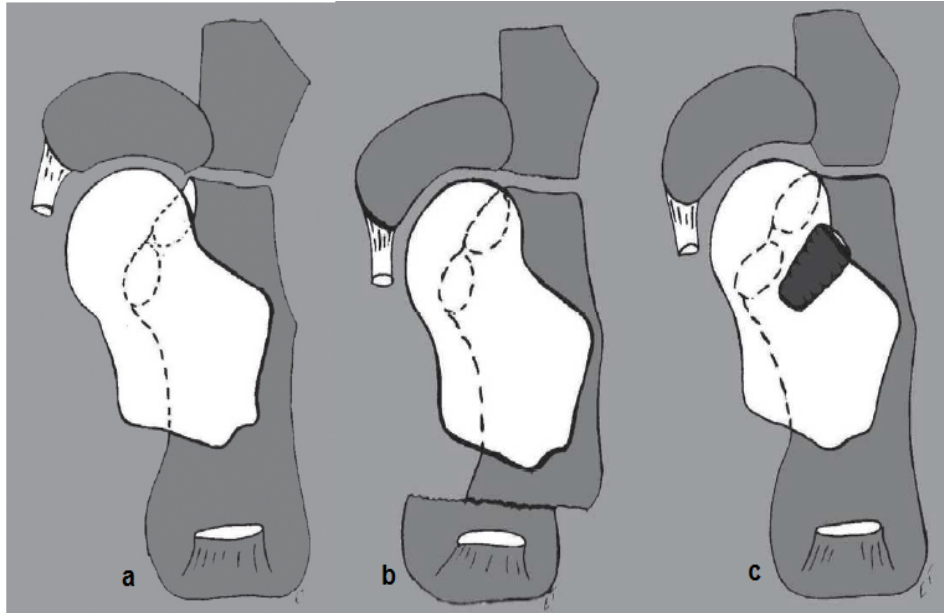


Figure 61 : Schémas (vues dorsoplantaires) de la correction d'un pied plat valgus réductible.

- a. PPV. b. Ostéotomie de translation médiale de la tubérosité du calcaneus associée à une remise en tension du tendon tibial postérieur. c. Arthrorhizie stabilisant le positionnement du talus sur le calcaneus.**

iv. Ostéotomies triple C :

L'ostéotomie triple C est une combinaison entre l'ostéotomie calcanéenne de translation médiale, l'ostéotomie de fermeture du cunéiforme médial, et l'ostéotomie d'ouverture du cuboïde.

Cette intervention permet de restaurer l'alignement de l'avant, du médio, et de l'arrière-pied, et semble être le procédé de choix si le talus n'est pas en flexion plantaire excessive et si l'os naviculaire n'est pas trop translaté en dehors [42].

L'ostéotomie triple C a pu montrer sa supériorité par rapport à la technique de Mosca uniquement dans la gestion des pieds plats sévères de l'enfant avec une prédominance de bons résultats aussi bien cliniques que radiologiques.

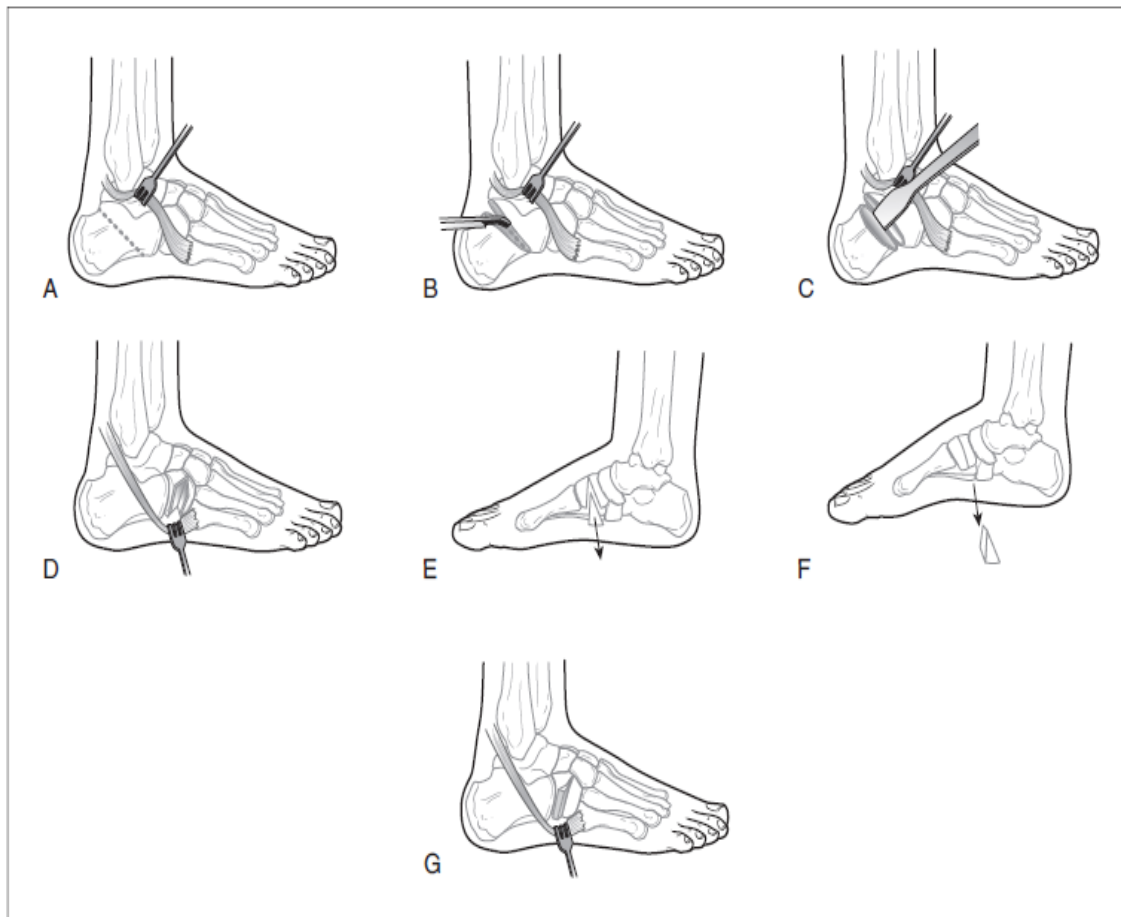
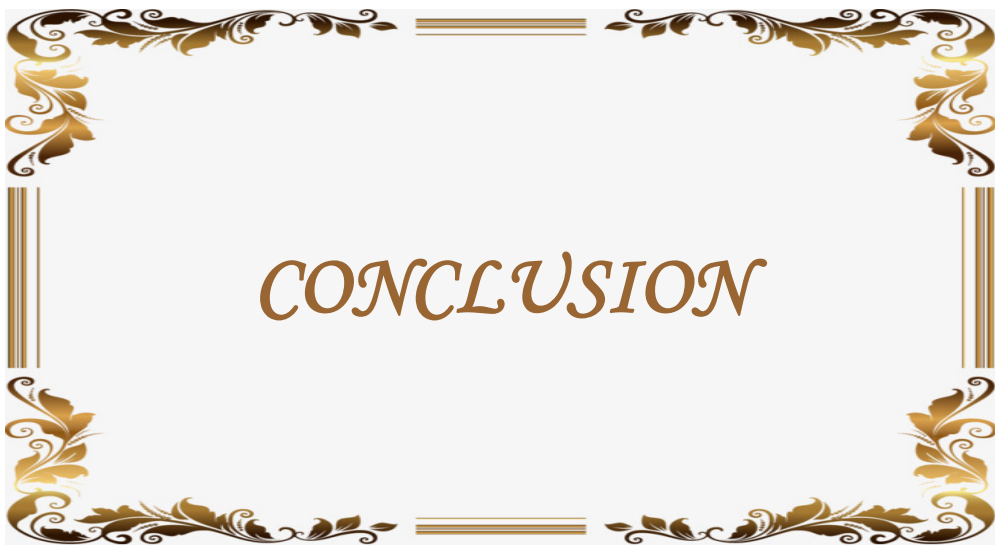


Figure 62 : Images montrant des vues latérales (A à D et G) et médiales (E et F) d'une ostéotomie calcanéocuboïdo-cunéiforme. *L'ostéotomie calcanéenne de translation médiale (A, B, C), associée à une ostéotomie d'ouverture du cuboïde (D, G), et à une ostéotomie de fermeture plantaire du cunéiforme médial(E, F).*



Le pied plat valgus est l'une des déformations les plus courantes chez les patients atteints de paralysie cérébrale ou (IMOC), en particulier chez les patients diplégiques et quadriplégiques [2] et constitue une cause majeure d'instabilité à la marche.

Le pied affecté évolue souvent vers une déformation rigide, douloureuse et sévère, et provoque 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 PEC du pied plat valgus chez l'IMC 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 avec diverses orthèses ou des chaussures orthopédiques peut être indiqué pour les pieds plats valgus légers et 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, les arthrodèses et les ostéotomies.

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

Les arthrodèses sont généralement indiquées pour les déformations sévères et rigides du pied plat valgus, chez les patients ayant de faibles capacités fonctionnelles. La prise en charge des déformations légères à modérées chez les patients ambulants ayant de bonnes capacités fonctionnelles se fait généralement avec une ostéotomie d'allongement calcanéen.



Résumé

Titre : Prise en charge du pied plat valgus chez l'infirmes moteur d'origine cérébrale.

Auteur : SAYAR Lamyaa

Mots clés : Pied plat valgus- IMOC- Enfant- Adolescent - Indications thérapeutiques.

Le pied plat valgus est l'une des déformations les plus courantes chez les patients atteints de paralysie cérébrale ou (IMOC). Sa prise en charge repose initialement sur un traitement conservateur complété ultérieurement en cas d'échec par un traitement chirurgical.

Nous rapportons une série de 25 pieds (14 enfants), opérés selon différentes techniques réalisées au service de traumatologie-orthopédie pédiatrique du CHU Ibn Sina de Rabat, sur une période de 6 ans, de 2010 à 2016.

L'âge moyen lors de l'intervention était de 10 ans et demi (7-14 ans).

Le score AOFAS variait de 35 à 55 avec une moyenne de 46.

Le recul moyen était de 3 ans et 8 mois (3-6 ans). L'évolution a été marquée par une amélioration clinique, morphologique et radiologique dans tous les pieds, avec apparition des complications dans 6 pieds à long terme.

Non patients ont été opérés selon trois procédures chirurgicales.

1 pied a bénéficié d'une chirurgie isolée des parties molles.

12 pieds ont bénéficié d'une ostéotomie d'allongement calcanéen associée à une chirurgie des parties molles, ou à une arthrodèse talo-naviculaire avec chirurgie des parties molles.

12 pieds ont bénéficié d'une triple arthrodèse associée à une chirurgie des parties molles, ou à une ostéotomie d'allongement calcanéen avec chirurgie des parties molles.

L'ostéotomie d'allongement calcanéen reste le traitement de choix pour les déformations légères à modérées du pied plat valgus chez l'IMOC, permettant une correction de toutes les composantes de la déformation.

La triple arthrodèse est souvent indiquée pour les déformations sévères et rigides chez les patients ayant de faibles capacités fonctionnelles.

Abstract

Title: Management of Planovalgus Foot Deformity in Children with Cerebral Palsy.

Author: SAYAR Lamyaa

Keywords: Planovalgus Foot- Cerebral palsy- Child- Adolescent- Therapeutic indications.

Planovalgus Foot is a common deformity in children with cerebral palsy. Its initial management is based on a conservative treatment completed later in case of failure by a surgical treatment.

We report a series of 25 feet (14 children), operated according to different techniques, carried out in the paediatric orthopaedic and traumatology department of the Ibn Sina University Hospital of Rabat, over a period of 6 years, from 2010 to 2016.

The mean age at the time of surgery was 10,5 years (7-14 years).

The AOFAS score ranged from 35 to 55 with an average of 46.

The mean follow-up was 3 years and 8 months (3-6 years). The evolution was marked by a clinical, morphological and radiological improvement in all feet, with appearance of long-term complications in 6 feet.

No patients were operated according to three surgical procedures.

One foot benefited from an isolated soft tissue surgery.

12 feet benefited from a calcaneal lengthening osteotomy associated with soft tissue surgery, or talonavicular arthrodesis and soft tissue surgery.

12 feet benefited from a triple arthrodesis associated with soft tissue surgery, or calcaneal lengthening osteotomy and soft tissue surgery.

The calcaneal lengthening osteotomy remains the treatment of choice for mild-to-moderate planovalgus foot deformities in children with cerebral palsy, allowing correction of all deformity components.

The triple arthrodesis is often indicated for severe and rigid deformities in patients with low functional abilities.

ملخص

العنوان: علاج القدم المسطحة الرَّحَاء عند الطفل المصاب بالعاهة الحركية الدماغية.

المؤلفة: صيار لمياء.

الكلمات الأساسية: القدم المسطحة الرَّحَاء- العاهة الحركية الدماغية- طفل- مراهق- مؤشرات علاجية.

القدم المسطحة الرَّحَاء عبارة عن تشوه شائع لدى الأطفال المصابين بعاهة حركية دماغية، و يكون علاجها في البداية طبيا ثم جراحيا في حالة الحصول على نتائج غير مرضية.

لقد أعددنا تقريرا عن 25 قدما (14 طفلا) تمت معالجتها بتقنيات مختلفة أجريت بمصلحة جراحة و تقويم العظام للأطفال بالمركز الاستشفائي الجامعي ابن سينا بالرباط، على مدى 6 سنوات ممتدة من 2010 إلى 2016.

بلغ متوسط أعمار المرضى 10 سنوات و نصف (7-14 سنة).

تراوحت نتيجة معدل "اوفاس" بين 35 و 55 بمتوسط قدره 46.

تم تتبع المرضى على مدى متوسطه 3 سنوات و 8 أشهر (3-6 سنوات)، حيث أبرزت نتائج التتبع تحسنا سريريا، مرفولوجيا، و راديولوجيا لدى جميع الحالات، مع ظهور بعض المضاعفات عند 6 حالات على المدى البعيد.

تم علاج المرضى وفقا لثلاث تقنيات جراحية.

استفادت قدم واحدة من جراحة الأجزاء اللينة فقط.

استفادت 12 قدما من تقنية "موسكا" مرفوقة بجراحة الأجزاء اللينة، أو بإيثاق المفصل الكاحلي الزورقي مع جراحة الأجزاء اللينة.

استفادت 12 قدما من إيثاق المفصل الثلاثي مرفوقا بجراحة الأجزاء اللينة، أو بتقنية "موسكا" مع جراحة الأجزاء اللينة.

تضل تقنية "موسكا" العلاج الأمثل لتشوهات القدم المسطحة الرَّحَاء الخفيفة والمعتدلة لدى الأطفال المصابين بعاهة حركية دماغية.

إيثاق المفصل الثلاثي يوصف غالبا لتشوهات الحادة و المستعصية لدى الأطفال ذوي القدرات الوظيفية الضعيفة.



BIBLIOGRAPHIE

- [1] Krägeloh-Mann I, Cans C. Cerebral palsy update. *Brain Dev* 2009;31:537–44.
- [2] Diagnostic précoce des infirmités motrices d'origine cérébrale. R Salbreux *ASPRES*, 250, *bd Raspail*, 75014 Paris
- [3] La scoliose neurologique de l'IMC de *Lattre Capucine*, *Bérard Carole*. Dixième Congrès SIRER/ACRAMSR - Lyon 2005
- [4] ROSENBAUM P, PANETH N, LEVITON A, GOLSTEIN M, BAX M, DAMIANO D, DAN B, JACOBSON B. The Definition and Classification of Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol*, n°47, 2005, p 571–576
- [5] Gray's Anatomie pour les étudiants. Elsevier Masson SAS, 2006.
- [6] Anatomie fonctionnelle de l'appareil locomoteur: os, articulations, muscles Par Michel Guay page 288
- [7] Frank H. Netter, MD. Atlas d'anatomie humaine, 2e édition. [éd] Novartis : Editions Maloine.
- [8] LAHRACHE LAHRACHE. les aspects orthopédiques du pied de l'enfant infirme moteur cérébral à propos de 100 cas. Thèse- médecine-rabat 2009. P 15-18.
- [9] Neurologie pédiatrique - 3e éd. Par Ponsot
- [10] Krägeloh-Mann I, Cans C. Cerebral palsy update. *Brain Dev* 2009;31:537–44.

- [11] Himmelmann K, Hagberg G, Beckung E, Hagberg B, Uvebrant P. The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. IX. Prevalence and origin in the birth-year period 1995–1998. *Acta Paediatr* 2005;94:287–94.
- [12] Clark SL, Hankins GD. Temporal and demographic trends in cerebral palsy—fact and fiction. *Am J Obstet Gynecol* 2003;188:628–33.
- [13] Amiel-Tison VC. Aspects séquellaires des lésions cérébrales périnatales : l’infirmité motrice d’origine cérébrale. In: *Neurologie périnatale* (3e éd). Paris: Masson; 2005. p. 227–37.
- [14] Hagberg B, Hagberg G, Beckung E, Uvebrant P. Changing panorama of cerebral palsy in Sweden. VIII. Prevalence and origin in the birth year period 1991–1994. *Acta Paediatr* 2001;90:271–7.
- [15] Shewell MI, Majnemer A, Morin I. Etiologic yield of cerebral palsy: a contemporary case series. *Pediatr Neurol* 2003;28:352–9.
- [16] Asphyxie périnatale et infirmité motrice d’origine cérébrale (I- Le diagnostic). Cerebral palsy and perinatal asphyxia (I- Diagnosis) G. Boog. Service de gynécologie-obstétrique, hôpital Mère–Enfant, CHU de Nantes, 1, quai Moncousu, 44000 Nantes, France.
- [17] L’infirmité motrice cérébrale. Dr Véronique Leroy-Malherbe SESSD APF d’Orsay (91), responsable du Centre ressources pour l’enfant avec lésion cérébrale acquise - Hôpital national de Saint-Maurice (94). Source : "DEFICIENCES MOTRICES ET SITUATIONS DE HANDICAPS" - ed. APF – 2002.

- [18] Surman G, Hemming K, Platt MJ, Parkes J, Green A, Hutton J, et al. Children with cerebral palsy: severity and trends over time. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2009;23:513–21.
- [19] Nelson KB, Ellenberg JH. Antecedents of cerebral palsy. I. Univariate analysis of risks. *Am J Dis Child* 1985;139:1031–8.
- [20] Blair E, Stanley FJ. An epidemiological study of cerebral palsy in Western Australia 1956–1975: postnatal aetiology. *Dev Med Child Neurol* 1982;24:575–85.
- [21] Nelson KB, Dambrosia JM, Grether JK, Phillips TM. Neonatal cytokines and coagulation factors in children with cerebral palsy. *Ann Neurol* 1998;179:665–75.
- [22] Gibson CS, MacLennan AH, Hague WM, Haan EA, Priest K, Chan A, et al. Associations between inherited thrombophilias, gestational age, and cerebral palsy. *Am J Obstet Gynecol* 2005;193:1437.
- [23] Gibson CS, MacLennan AH, Dekker GA, Goldwater PN, Sullivan TR, Munroe DJ, et al. Candidate genes and cerebral palsy: a population-based study. *Pediatrics* 2008;122:1079–85.
- [24] Barkovich AJ, Hajnal BL, Vigneron D, Sola A, Partridge JC, Allen F, et al. Prediction of neuromotor outcome in perinatal asphyxia: evaluation of MR scoring systems. *Am J Neuroradiol* 1998;19:143–9.

- [25] Badawi N, Kurinczuk JJ, Keogh JM, Chambers HM, Stanley FJ. Why is the placenta being ignored? *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2000;40:343–6.
- [26] Epidémiologie de la Paralyse Cérébrale (« Cerebral Palsy » ou CP) C. Cans. CHU de Grenoble, 38043 Grenoble Cedex 09. *Tirés à part* : C. Cans, RHEOP, Pavillon Taillefer, CHU de Grenoble, BP 217, 38043 Grenoble Cedex 09.
- [27] 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.
- [28] M. Le Métayer /Motricité cérébrale 32 (2011) 60–66. Prévention et traitement des troubles orthopédiques. (La correction des « pieds plats valgus » au moyen de semelles moulées. Indications et limites).2011 Elsevier Masson SAS.
- [29] Lebarbier P. Pied de l’infirmes moteur cérébral. *EMC* (Elsevier Masson SAS, Paris), Podologie, 27-120-A-25, 2008.
- [30] De Doncker E, Kowalski C. *Cinésiologie et rééducation du pied* ; Paris : Masson, 1979.
- [31] Gauthier G. Trouble biomécanique du pied plat. *Rev Chir Orthop* 1977 ; 63 : 736-739.
- [32] Henceroth WD, Deyerlew M. The acquired unilateral flat foot in the adult. Some causative factors. *Foot Ankle* 1982 ; 2 : 304-308.

- [33] Méary R. Symposium sur le pied plat. *Ann Orthop Ouest* 1969;1: 55-71.
- [34] 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].
- [35] Root L. Varus and valgus foot in cerebral palsy and its management. *Foot Ankle* 1984;4:174–9.
- [36] Muayad Kadhim and Freeman Miller. Pes planovalgus deformity in children with cerebral palsy: review article. *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 2014, 23:400–405.
- [37] Ben Smail D, Kiefer C. Évaluation clinique de la spasticité. *Neurochirurgie* 2003;49:190–6.
- [38] Ashworth B. Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. *Practitioner* 1964;192:540–2.
- [39] 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.
- [40] Ross SA, Engsberg JR. Relation between spasticity and strength in individuals with spastic diplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2002;44:148–57.

- [41] RADUSZYNSKI.I LE PIED PLAT : APPROCHE CLINIQUE ET OSTEOPATHIQUE. Groupe de recherche et d'étude en médecine manuelle ostéopathe. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [42] Khouri N. Pied plat valgus idiopathique de l'enfant et de l'adolescent. Sauramps medical, 2014, pages 257-68.
- [43] Toullec E, Barouk LS. Interet de la baropodométrie dynamique dans l'analyse de la chirurgie du pied plat valgus de l'adulte. Med Chir Pied 2004;20(17-22). Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [44] Toullec E, Pfliger F. Baropodométrie. In: Seringe R, Besse J-L, Wicart P, editors. Les grandes déformations du pied de l'enfant et de l'adulte. Paris: Elsevier Masson; 2010. p. 63-7. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [45] 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.

- [46] Pellas F, Vial D. Etude des empreintes et pressions plantaires: données actuelles Le pied en rhumatologie. Springer-Verlag, editor1998. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [47] Deland JT, Arnoczky SP, Thompson FM. Adult acquired flatfoot deformity at the talonavicular joint: reconstruction of the spring ligament in an in vitro model. Foot & ankle. 1992;13:327-32. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [48] Legrand N, Delacroix S, Lavigne A, Hasdenteufel D, Nuytens D. Traitement du pied plat valgus par orthèses plantaires. Étude comparatrice en laboratoire d'analyse du mouvement d'un pied plat valgus sans et avec orthèses. Entretiens de Podologie 2010. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [49] Harris RI. Rigid valgus foot due to talo-calcaneal bridge. J Bone Joint Surg Am 1955 ; 37 : 169-183
- [50] Isikan UE. The values of talo-navicular angles in patients with pes planus. J Foot Ankle Surg 1993 ; 32 : 514-516
- [51] Cotten A. L'imagerie. Symposium. Les pieds plats valgus. Monographie AFCP n°6. Montpellier. Sauramps Médical. 2010:p55-61. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.

- [52] Maynou CN, S. Staquet, V. Parent, S. Boniface, O. Pied plat valgus statique de l'adulte (y compris synostose congénitales). EMC (Elsevier Masson SAS, Paris). 2010; Appareil locomoteur (14-110-A-10). Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [53] *CEBULSKI-DELEBARRE A.* Utilisation du système EOS® dans la recherche de troubles de torsion des membres inférieurs chez des patients adultes souffrant d'un pied plat idiopathique symptomatique. Thèse-Médecine - Lille 2014.
- [54] LAHRACHE LAHRACHE. Les aspects orthopédiques du pied de l'enfant infirme moteur cérébral à propos de 100 cas. Thèse-médecine-Rabat 2009. P 38-40.
- [55] Gage JR. Gait analysis in cerebral palsy (Clinics in Developmental Medicine). London: Cambridge University Press; 1991.
- [56] C. Boulay, M. Jacquemier, E. Castanier, H. Giorgi, G. Authier, V. Pomeroy, B. Chabrol, J.-L. Jouve, G. Bollini, E. Viehweger. Planovalgus foot deformity in cerebral palsy corrected by botulinum toxin injection in the peroneus longus: Clinical and radiological evaluations in young children. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 58 (2015) 316–321.

- [57] Wicart P, Toullec E. Pied plat valgus idiopathique. Les déformations du pied de l'enfant et de l'adulte 2010 Elsevier Masson SAS.157-173. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [58] Biga N, Mouliès D et Mabit C. Pied plat valgus statique (y compris les synostoses congénitales). Encycl Méd Chir (Elsevier,Paris), Appareil locomoteur, 14-110-A-10, 1999, 10 p. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [59] Leonard MH, Gonzalez S, Breck LW, Basom C, Palafox M, Kosicki ZW. Lateral transfer of the posterior tibial tendon in certain selected cases of pes plano valgus (Kidner operation). Clin Orthop Relat Res 1965 ; 40 : 139-44. Najla Attari. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [60] Parsons S, Naim S, Richards PJ, McBride D. Correction and prevention of deformity in type II tibialis posterior dysfunction. Clin Orthop Relat Res 2010 ; 468 : 1025-32. LA PRISE EN CHARGE DU PIED PLAT CHEZ L'ENFANT À PROPOS DE 35 CAS. Thèse-médecine-Rabat 2016.
- [61] 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.

- [62] Hsu, L.S.C., Jaffray, D.: The Batchelor Grice extra-articular subtalar arthrodesis. *J. Bone Joint Surg.*, 68B:125-127, 1986.
- [63] Grice, D.S.: Further experience with extra-articular arthrodesis of the subtalar joint. *J. Bone Joint Surg.* 37A:246-259, 1955.
- [64] Scott, S.M., Janes, P.C., Steven, P.M.: Grice subtalar arthrodesis followed to skeletal maturity. *J. Pediatric Orthop.*, 8:176- 183,1988.
- [65] 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.
- [66] Schnepf J. Le pied plat valgus statique. *Encycl Med Chir (Elsevier, Paris), Appareil locomoteur*, 14-110-A 10, 1986
- [67] 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.
- [68] Moulies D. Conférence enseignement SOFCOT. Orthopédie I. Paris : Expansion Scientifique Française, 1991.
- [69] 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, 00:000–000.

- [70] Melih Guven¹, Abdullah Eren¹, Budak Akman¹, Koray Unay², Namik Kemal Ozkan¹. 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.
- [71] 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.
- [72] Gad G. Guttman, M.D. Subtalar Arthrodesis in Children with Cerebral Palsy: Results Using Iliac Bone Plug. *Foot & Ankle/Vol. 10, No. 4* February 1990.
- [73] Luiz Antonio Angelo da Silva, Patricia Maria Morais de Barros Fucs. SURGICAL TREATMENT OF PLANOVALGUS FOOT IN CEREBRAL PALSY BY PISANI'S ARTHROEREISIS. *Acta Ortop Bras. [online]*. 2010 ;18(3) :162-5.
- [74] Fucs PMMB, Svartman C, Kertzman P, Kusabara A, Bussolaro FA, Rossetti FTR. Tratamento do pé plano-valgo espástico pela artrorese de Pisani. *Rev Bras Ortop.* 1997;32:145-52.
- [75] 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.

- [76] 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.
- [77] detJ. Indications et technique de l'opération du cavalier. *Rev Chir Orthopédique Réparatrice Appar Mot.* 1977; 63(8): 780-1.
- [78] Le pied de l'infirmes moteur d'origine cérébrale: problèmes diagnostiques et principes thérapeutiques. Lebarbier, P. 1996. 1996. Conférences d'enseignement de la Sofcot. Vol. 55, pp. 159-168.
- [79] Lebarbier, P. et Al. 1992. 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.
- [80] Taussig, G. et Al. 1983. L'opération de Grice chez l'enfant infirmes moteur d'origine cérébrale: résultats à long terme. *Motricité cérébrale.* 1983, 4, pp. 101-116.
- [81] 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.
- [82] Leidinger B, Heyse TJ, Fuchs-Winkelmann S, et al. Grice-Green procedure for severe hindfoot valgus in ambulatory patients with cerebral palsy. *J Foot Ankle Surg.* 2011;50:190–196.

- [83] Dennyson WG, Fulford GE. Subtalar arthrodesis by cancellous grafts and metallic internal fixation. *J Bone Joint Surg Br.* 1976;58- B:507–510.
- [84] Benjamin J. Shore, MD, FRCSC, Katherine R. Smith. Subtalar Fusion for Pes Valgus in Cerebral Palsy: Results of a Modified Technique in the Setting of Single Event Multilevel Surgery. *J Pediatr Orthop* 2013;33:431–438)
- [85] S. Bhan · R. Malhotra. Subtalar arthrodesis for flexible hindfoot deformities in children. *Arch Orthop Trauma Surg* (1998) 117 :312–315.
- [86] Shore BJ, Smith KR, Riazi A, Symons SB, Khot A, Graham K: Subtalar fusion for pes valgus in cerebral palsy: Results of a modified technique in the setting of single event multilevel surgery. *J Pediatr Orthop* 2013;33(4):431-438.
- [87] Dogan A, Zorer G, Mumcuoglu EI, Akman EY: A comparison of two different techniques in the surgical treatment of flexible pes planovalgus: Calcaneal lengthening and extra-articular subtalar arthrodesis. *J Pediatr Orthop B* 2009;18(4):167-175.
- [88] Jie Wen, MD, Hong Liu, MS, Sheng Xiao, MD, Xin Li, MD, Ke Fang, MD, Ming Zeng, MS, Zhongwen Tang, MD, Shu Cao, MS, Fanling Li, MS. Comparison of mid-term efficacy of spastic flatfoot in ambulant children with cerebral palsy by 2 different methods. *Medicine* (2017) 96:22(e7044).

- [89] Nathan L. Frost, MD, Jason A. Grassbaugh, MD, Glen Baird, MD, and Paul Caskey, MD. Triple Arthrodesis With Lateral Column Lengthening for the Treatment of Planovalgus Deformity
- [90] Tenuta J, Shelton YA, Miller F. Long-term follow-up of triple arthrodesis in patients with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 1993;13:713–716.
- [91] Angus PD, Cowell HR. Triple arthrodesis: a critical long-term review. *J Bone Joint Surg*. 1986;68-B:260–265.
- [92] Huang CN, Wu KW, Huang SC, Kuo KN, Wang TM: Medial column stabilization improves the early result of calcaneal lengthening in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop B* 2013;22(3):233-239.
- [93] Camilo Andre's Turriago, Myriam Fernanda Arbelaez, Luis Carlos Becerra. Talonavicular joint arthrodesis for the treatment of pes planus valgus in older children and adolescents with cerebral palsy. *J Child Orthop* (2009) 3:179–183.
- [94] *MASSON S. PATHOLOGIES TRAUMATIQUES ET MICROTRAUMATIQUES DE LA CHEVILLE ET DU PIED LORS DE LA PRATIQUE DU BASKET-BALL. Thèse - Pharmacie - Nancy 2009.*
- [95] Evans D. Calcaneo-valgus deformity. *J Bone Joint Surg Br* 1975 ; 57 : 270-8.

- [96] Mosca VS. Calcaneal lengthening osteotomy for valgus deformity of the hind-foot. *J Bone Joint Surg Am* 1995 ; 77 :500-12.
- [97] Wicart P, Seringe R. Ostéotomies du tarse. *Encycl Méd Chir (Elsevier Masson SAS, Paris), Techniques chirurgicales, Orthopédie-Traumatologie*, 44-920, 2010.
- [98] 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.
- [99] 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.
- [100] Chi-An Luo, MD, Hsuan-Kai Kao, MD, Wei-Chun Lee, MD, Wen-E Yang, MD, and Chia-Hsieh Chang, MD. Limits of Calcaneal Lengthening for Treating Planovalgus Foot Deformity in Children With Cerebral Palsy. *Foot & Ankle International*. 1–7.
- [101] Volker Ettl, MD; Nicole Wollmerstedt, MD; Stephan Kirschner, MD; Robert Morrison, MD; Eva Pasold, MD; Peter Raab, MD. Calcaneal Lengthening for Planovalgus Deformity in Children with Cerebral Palsy. *Foot & Ankle International*/Vol. 30, No. 5/May 2009
- [102] Felix Zeifang, M.D; Steffen J. Breusch, M.D, Ph.D.; Leonhard Döderlein, M.D. Evans Calcaneal Lengthening Procedure for Spastic Flexible Flatfoot in 32 Patients (46 Feet) with a Followup of 3 to 9 Years. *Foot & Ankle International*/Vol. 27, No. 7/July 2006

- [103] Won Joon Yoo, MD, Chin Youb Chung, MD, In Ho Choi, MD, Tae-Joon Cho, MD, and Dong Han Kim, MD. Calcaneal Lengthening for the Planovalgus Foot Deformity in Children With Cerebral Palsy. *J Pediatr Orthop* _ Volume 25, Number 6, November/December 2005.
- [104] 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. DOI 10.1007/s11999-012-2709-5.
- [105] 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;77:500–512
- [106] Zeifang F, Breusch SJ, Doderlein L. Evans calcaneal lengthening procedure for spastic flexible flatfoot in 32 patients (46 feet) with a followup of 3 to 9 years. *Foot Ankle Int.* 2006;27:500–507.
- [107] Ledford CK, Nunley JA II, Viens NA, et al. Bovine xenograft failures in pediatric foot reconstructive surgery. *J Pediatr Orthop.* 2013;33:458–463.
- [108] Rathjen KE, Mubarak SJ. Calcaneal-cuboid-cuneiform osteotomy for the correction of valgus foot deformities in children. *J Pediatr Orthop* 1998 ; 18 : 775-82.

- [109] Andreacchio, A; Orellana, CA; Miller, F; Bowen, TR: Lateral column lengthening as treatment for planovalgus foot deformity in ambulatory children with spastic cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.* 20:501 – 5, 2000.
- [110] Zeifang, F; Breusch, SJ; Döderlein, L: Evans calcaneal lengthening procedure for spastic flexible flatfoot in 32 patients (46 feet) with a followup of 3 to 9 years. *Foot Ankle Int.* 27:500 – 7, 2006.
- [111] Yoo, WJ; Chung, CY; Choi, IH; Cho, TJ; Kim, DH: Calcaneal lengthening for the planovalgus foot deformity in children with cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.* 25:781 – 5, 2005.
- [112] Noritake, K; Yoshihashi, Y; Miyata, T: Calcaneal lengthening for planovalgus foot deformity in children with spastic cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop. B* 14:274 – 279, 2005.
- [113] Hanna AAZ, Al-Inani WG, Borai AN, Bishay SNG (2004) Surgical correction of valgus foot deformity by lateral column lengthening in ambulatory children with cerebral palsy. *Kasr El Aini Medical Journal* 10: 107 – 114.
- [114] Bishay S, Morshed GM, Tarraf Y, Pasha N (2016) Double Column Foot Osteotomy to Correct Flexible Valgus Foot Deformity in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Clin Res Foot Ankle* 4: 198. doi:10.4172/2329-910X.1000198.

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 le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

قسم أبقراط

بسم الله الرحمن الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- أنا أكرس حياتي لخدمة الإنسانية .
- وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه .
- وأن أمارس مهنتي بوانع من ضميري وشر في جاعلا صحة مريض هدي في الأول .
- وأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي .
- وأن أحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة لمهنة الطب .
- وأن أعتبر سائر الأطباء إخوة لي .
- وأن أقوم بواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي .
- وأن أحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها .
- وأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطرق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد .
- بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسما بالله .

والله على ما أقول شهيد .

جامعة محمد الخامس - الرباط
كلية الطب والصيدلة بالرباط

أطروحة رقم: 294

سنة : 2018

علاج القدم المسطحة الرَّحَاء عند الطفل المصاب بالعاقة الحركية الدماغية

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم :

من طرف

الآنسة: لمياء صيار

المزادة في: 22 يونيو 1990 بسلا

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: القدم المسطحة الرَّحَاء - العاقة الحركية الدماغية - طفل - مراهق -
مؤشرات علاجية.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس و مشرف

أعضاء

السيد: طارق المدحي
أستاذ في جراحة العظام والمفاصل عند الأطفال
السيد: سيدي زوهير العلمي الفلوس
أستاذ في جراحة العظام والمفاصل عند الأطفال
السيد: منير كسرى
أستاذ في جراحة الأطفال
السيد: هشام زرهوني
أستاذ في جراحة الأطفال
السيد: رشيد أولحيان
أستاذ في جراحة الأطفال