

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

ANNEE: 2016

THESE N°: 255

LE PIED CONVEXE CONGENITAL  
CHEZ L'ENFANT

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le :.....

PAR

Mme. Fatima Zohra EL ARGUBI

*Née le 20 Mars 1989 à Sidi Kacem*

Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine

MOTS CLES : Pied convexe – Diagnostic – Traitement – Enfant.

JURY

Mme. Y. KRIOUILE

Professeur de Neuropédiatrie

PRESIDENTE

Mr. A. AMRANI

Professeur de Traumato-Orthopédie Pédiatrique

RAPPORTEUR

Mr. M. A. DENDANE

Professeur de Traumato-Orthopédie Pédiatrique

Mme. N. EL HAFIDI

Professeur de Pneumologie Pédiatrique

JUGES

Mr. M. RAMI

Professeur de Chirurgie Pédiatrique

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

رَبَّنَا وَسِعْتَ كُلَّ شَيْءٍ  
رَحْمَةً وَعِلْمًا

سورة غافر

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. El Hassane AHALLAT

**1- ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS**

**ET  
PHARMACIENS**

**PROFESSEURS :**

**Mai et Octobre 1981**

Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajih  
Pr. TAOBANE Hamid\*

Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Chirurgie Thoracique

**Mai et Novembre 1982**

Pr. BENOSMAN Abdellatif

Chirurgie Thoracique

**Novembre 1983**

Pr. HAJJAJ Najia ép. HASSOUNI

Rhumatologie

**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. BENJELLOUN Halima  
Pr. BENSAID Younes  
Pr. EL ALAOUI Faris Moulay El Mostafa

Cardiologie  
Pathologie Chirurgicale  
Neurologie

### **Janvier, Février et Décembre 1987**

Pr. AJANA Ali  
Pr. CHAHED OUZZANI Houria  
Pr. EL YAACOUBI Moradh  
Pr. ESSAID EL FEYDI Abdellah  
Pr. LACHKAR Hassan  
Pr. YAHYAOUI Mohamed

Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Traumatologie Orthopédie  
Gastro-Entérologie  
Médecine Interne  
Neurologie

### **Décembre 1988**

Pr. BENHAMAMOUCH Mohamed Najib  
Pr. DAFIRI Rachida  
Pr. HERMAS Mohamed

Chirurgie Pédiatrique  
Radiologie  
Traumatologie Orthopédie

### **Décembre 1989**

Pr. ADNAOUI Mohamed  
Pr. BOUKILI MAKHOUKHI Abdelali\*  
Pr. CHAD Bouziane  
Pr. OUZZANI Taïbi Mohamed Réda

Médecine Interne – **Doyen de la FMPR**  
Cardiologie  
Pathologie Chirurgicale  
Neurologie

### **Janvier et Novembre 1990**

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

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

### **Février Avril Juillet et Décembre 1991**

Pr. AL HAMANY Zaïtounia  
Pr. AZZOUI Abderrahim  
Pr. BAYAHIA Rabéa  
Pr. BELKOUCHI Abdelkader  
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif  
Pr. BENSOUA 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

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

### **Décembre 1992**

Pr. AHALLAT Mohamed  
Pr. BENSOUA Adil  
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib  
Pr. CHAHED OUZZANI Laaziza  
Pr. CHRAIBI Chafiq  
Pr. DAOUDI Rajae  
Pr. DEHAYNI Mohamed\*  
Pr. EL OUAHABI Abdessamad

Chirurgie Générale  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Gastro-Entérologie  
Gynécologie Obstétrique  
Ophtalmologie  
Gynécologie Obstétrique  
Neurochirurgie

Pr. FELLAT Rokaya  
Pr. GHAFIR Driss\*  
Pr. JIDDANE Mohamed  
Pr. TAGHY Ahmed  
Pr. ZOUHDI Mimoun

### **Mars 1994**

Pr. BENJAAFAR Nouredine  
Pr. BEN RAIS Nozha  
Pr. CAOUI Malika  
Pr. CHRAIBI Abdelmjid  
Pr. EL AMRANI Sabah  
Pr. EL AOUAD Rajae  
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. MOUDENE Ahmed\*  
Pr. RHRAB Brahim  
Pr. SENOUCI Karima

### **Mars 1994**

Pr. ABBAR Mohamed\*  
Pr. ABDELHAK M'barek  
Pr. BELAIDI Halima  
Pr. BRAHMI Rida Slimane  
Pr. BENTAHILA Abdelali  
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali  
Pr. BERRADA Mohamed Saleh  
Pr. CHAMI Ilham  
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae  
Pr. EL ABBADI Najia  
Pr. HANINE Ahmed\*  
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 Abbes

Cardiologie  
Médecine Interne  
Anatomie  
Chirurgie Générale  
Microbiologie

Radiothérapie  
Biophysique  
Biophysique  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Gynécologie Obstétrique  
Immunologie  
Traumato-Orthopédie  
Radiologie  
Chirurgie Générale- **Directeur CHIS**  
Immunologie  
Chirurgie Pédiatrique  
Médecine Interne  
Dermatologie  
Chirurgie Générale  
Anatomie Pathologique  
Traumatologie – Orthopédie  
Traumatologie- Orthopédie **Inspecteur du SS**  
Gynécologie –Obstétrique  
Dermatologie

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

Réanimation Médicale  
Chirurgie Générale  
Gynécologie Obstétrique  
Gynécologie Obstétrique  
Médecine Interne  
Anesthésie Réanimation – **Dir. HMIM**  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie Générale

Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila  
Pr. HDA Abdelhamid\*  
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed  
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia  
Pr. SEFIANI Abdelaziz  
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Oto-Rhino-Laryngologie  
Cardiologie - **Directeur ERSSM**  
Urologie  
Ophtalmologie  
Génétique  
Réanimation Médicale

### **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. MOHAMMADI Mohamed  
Pr. OUADGHIRI Mohamed  
Pr. OUZEDDOUN Naima  
Pr. ZBIR EL Mehdi\*

Radiologie  
Chirurgie Pédiatrie  
Ophtalmologie  
Chirurgie Générale  
Pédiatrie  
Radiologie  
Médecine Interne  
Traumatologie-Orthopédie  
Néphrologie  
Cardiologie

### **Novembre 1997**

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

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

### **Novembre 1998**

Pr. AFIFI RAJAA  
Pr. BENOMAR ALI  
Pr. BOUGTAB Abdesslam  
Pr. ER RIHANI Hassan  
Pr. EZZAITOUNI Fatima  
Pr. LAZRAK Khalid \*  
Pr. BENKIRANE Majid\*  
Pr. KHATOURI ALI\*  
Pr. LABRAIMI Ahmed\*

Gastro-Entérologie  
Neurologie – **Doyen Abulcassis**  
Chirurgie Générale  
Oncologie Médicale  
Néphrologie  
Traumatologie Orthopédie  
Hématologie  
Cardiologie  
Anatomie Pathologique

### **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

Pneumophtisiologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Pneumo-phtisiologie  
Chirurgie Générale  
Chirurgie Générale  
Pneumo-phtisiologie  
Neurochirurgie  
Traumatologie Orthopédie  
Anesthésie-Réanimation  
Anesthésie-Réanimation  
Médecine Interne

### **Novembre 2000**

Pr. AIDI Saadia  
Pr. AIT OURHROUI Mohamed  
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. HSSAIDA Rachid\*  
Pr. LAHLOU Abdou  
Pr. MAFTAH Mohamed\*  
Pr. MAHASSINI Najat  
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae  
Pr. NASSIH Mohamed\*  
Pr. ROUIMI Abdelhadi\*

Neurologie  
Dermatologie  
Gastro-Entérologie  
Chirurgie Générale  
Cardiologie  
Anesthésie-Réanimation  
Pédiatrie  
Urologie  
Rhumatologie  
Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
Anesthésie-Réanimation  
Traumatologie Orthopédie  
Neurochirurgie  
Anatomie Pathologique  
Pédiatrie  
Stomatologie Et Chirurgie Maxillo-Faciale  
Neurologie

### **Décembre 2000**

Pr. ZOHAIR ABDELAH\*

ORL

### **Décembre 2001**

Pr. ABABOU Adil  
Pr. BALKHI Hicham\*  
Pr. BENABDELJLIL Maria  
Pr. BENAMAR Loubna  
Pr. BENAMOR Jouda  
Pr. BENELBARHDADI Imane  
Pr. BENNANI Rajae  
Pr. BENOUACHANE Thami  
Pr. BEZZA Ahmed\*  
Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi  
Pr. BOUMDIN El Hassane\*  
Pr. CHAT Latifa  
Pr. DAALI Mustapha\*

Anesthésie-Réanimation  
Anesthésie-Réanimation  
Neurologie  
Néphrologie  
Pneumo-phtisiologie  
Gastro-Entérologie  
Cardiologie  
Pédiatrie  
Rhumatologie  
Anatomie  
Radiologie  
Radiologie  
Chirurgie Générale

Pr. DRISSI 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

Radiologie  
 Anesthésie-Réanimation  
 Neuro-Chirurgie  
 Chirurgie-Pédiatrique  
 Chirurgie Générale  
 Pédiatrie  
 Neuro-Chirurgie  
 Chirurgie Générale  
 Anesthésie-Réanimation  
 Chirurgie Thoracique  
 Traumatologie Orthopédie  
 Chirurgie Vasculaire Périphérique  
 Médecine Interne  
 Chirurgie Générale  
 Hématologie Clinique  
 Chirurgie Générale  
 Urologie  
 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  
 Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair  
 Pr. EL HAOURI Mohamed \*  
 Pr. EL MANSARI Omar\*  
 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. MOUSTAGHFIR Abdelhamid\*  
 Pr. NAITLHO Abdelhamid\*  
 Pr. OUJILAL Abdelilah  
 Pr. RACHID Khalid \*

Anatomie Pathologique  
 Urologie  
 Cardiologie  
 Gastro-Entérologie  
 Biochimie-Chimie  
 Endocrinologie et Maladies Métaboliques  
 Dermatologie  
 Gastro-Entérologie  
 Anatomie Pathologique  
 Psychiatrie  
 Chirurgie Générale  
 Pédiatrie  
 Chirurgie Pédiatrique  
 Dermatologie  
 Chirurgie Générale  
 Gynécologie Obstétrique  
 Ophtalmologie  
 Urologie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Pédiatrie  
 Ophtalmologie  
 Traumatologie Orthopédie  
 Gynécologie Obstétrique  
 Cardiologie  
 Médecine Interne  
 Oto-Rhino-Laryngologie  
 Traumatologie Orthopédie

Pr. RAISS Mohamed  
Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha\*  
Pr. RHOU Hakima  
Pr. SIAH Samir \*  
Pr. THIMOU Amal  
Pr. ZENTAR Aziz\*

Chirurgie Générale  
Pneumophtisiologie  
Néphrologie  
Anesthésie Réanimation  
Pédiatrie  
Chirurgie Générale

### **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. KHABOUZE Samira  
Pr. KHARMAZ Mohamed  
Pr. LEZREK Mohammed\*  
Pr. MOUGHIL Said  
Pr. OUBAAZ Abdelbarre\*  
Pr. TARIB Abdelilah\*  
Pr. TIJAMI Fouad  
Pr. ZARZUR Jamila

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  
Gynécologie Obstétrique  
Traumatologie Orthopédie  
Urologie  
Chirurgie Cardio-Vasculaire  
Ophtalmologie  
Pharmacie Clinique  
Chirurgie Générale  
Cardiologie

### **Janvier 2005**

Pr. ABBASSI Abdellah  
Pr. AL KANDRY Sif Eddine\*  
Pr. ALAOUI Ahmed Essaid  
Pr. ALLALI Fadoua  
Pr. AMAZOUZI Abdellah  
Pr. AZIZ Nouredine\*  
Pr. BAHIRI Rachid  
Pr. BARKAT Amina  
Pr. BENHALIMA Hanane  
Pr. BENYASS Aatif  
Pr. BERNOUSSI Abdelghani  
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Mohamed  
Pr. DOUDOUH Abderrahim\*  
Pr. EL HAMZAOUI Sakina\*  
Pr. HAJJI Leila  
Pr. HESSISSEN Leila  
Pr. JIDAL Mohamed\*  
Pr. LAAROUSSI Mohamed

Chirurgie Réparatrice et Plastique  
Chirurgie Générale  
Microbiologie  
Rhumatologie  
Ophtalmologie  
Radiologie  
Rhumatologie  
Pédiatrie  
Stomatologie et Chirurgie Maxillo Faciale  
Cardiologie  
Ophtalmologie  
Ophtalmologie  
Biophysique  
Microbiologie  
Cardiologie (*mise en disponibilité*)  
Pédiatrie  
Radiologie  
Chirurgie Cardio-vasculaire

Pr. LYAGOUBI Mohammed  
Pr. NIAMANE Radouane\*  
Pr. RAGALA Abdelhak  
Pr. SBIHI Souad  
Pr. ZERAIDI Najia

Parasitologie  
Rhumatologie  
Gynécologie Obstétrique  
Histo-Embryologie Cytogénétique  
Gynécologie Obstétrique

### **Décembre 2005**

Pr. CHANI Mohamed

Anesthésie Réanimation

### **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. ESSAMRI Wafaa  
Pr. FELLAT Ibtiham  
Pr. FAROUDY Mamoun  
Pr. GHADOUANE Mohammed\*  
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

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

### **Octobre 2007**

Pr. ABIDI Khalid  
Pr. ACHACHI Leila  
Pr. ACHOUR Abdessamad\*  
Pr. AIT HOUSSA Mahdi\*  
Pr. AMHAJJI Larbi\*  
Pr. AMMAR Haddou\*  
Pr. AOUI Sarra  
Pr. BAITE Abdelouahed\*

Réanimation médicale  
Pneumo phtisiologie  
Chirurgie générale  
Chirurgie cardio vasculaire  
Traumatologie orthopédie  
ORL  
Parasitologie  
Anesthésie réanimation

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. GANA Rachid  
Pr. GHARIB Noureddine  
Pr. HADADI Khalid\*  
Pr. ICHOU Mohamed\*  
Pr. ISMAILI Nadia  
Pr. KEBDANI Tayeb  
Pr. LALAOUI SALIM Jaafar\*  
Pr. LOUZI Lhoussain\*  
Pr. MADANI Naoufel  
Pr. MAHI Mohamed\*  
Pr. MARC Karima  
Pr. MASRAR Azlarab  
Pr. MOUTAJ Redouane \*  
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\*

Biochimie-chimie  
Pharmacie clinique  
Ophtalmologie  
Pharmacie galénique  
Chirurgie générale  
Chirurgie générale  
Anesthésie réanimation  
Psychiatrie  
Neuro chirurgie  
Chirurgie plastique et réparatrice  
Radiothérapie  
Oncologie médicale  
Dermatologie  
Radiothérapie  
Anesthésie réanimation  
Microbiologie  
Réanimation médicale  
Radiologie  
Pneumo phtisiologie  
Hématologique  
Parasitologie  
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

Pr. AIT ALI Abdelmounaim\*  
 Pr. AIT BENHADDOU El hachmia  
 Pr. AKHADDAR Ali\*  
 Pr. ALLALI Nazik  
 Pr. AMAHZOUNE Brahim\*  
 Pr. AMINE Bouchra  
 Pr. ARKHA Yassir  
 Pr. AZENDOUR Hicham\*  
 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 Lamy  
 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 \*  
 Pr. ZOUHAIR Said\*

Chirurgie Générale  
 Neurologie  
 Neuro-chirurgie  
 Radiologie  
 Chirurgie Cardio-vasculaire  
 Rhumatologie  
 Neuro-chirurgie  
 Anesthésie Réanimation  
 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  
 Chimie Thérapeutique  
 Chirurgie Cardio-vasculaire  
 Pédiatrie  
 Hématologie biologique  
 Chirurgie Générale  
 Radiologie  
 Cardiologie  
 Pneumo-phtisiologie  
 Microbiologie

**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\*

Anesthésie réanimation  
 Médecine interne  
 Physiologie  
 ORL  
 Microbiologie  
 Médecine aéronautique  
 Biochimie chimie  
 Radiologie  
 Chirurgie pédiatrique  
 Pédiatrie  
 Radiologie

Pr. EL MAZOUZ Samir  
Pr. EL SAYEGH Hachem  
Pr. ERRABIH Ikram  
Pr. LAMALMI Najat  
Pr. LEZREK Mounir  
Pr. MALIH Mohamed\*  
Pr. MOSADIK Ahlam  
Pr. MOUJAHID Mountassir\*  
Pr. NAZIH Mouna\*  
Pr. ZOUAIDIA Fouad

Chirurgie plastique et réparatrice  
Urologie  
Gastro entérologie  
Anatomie pathologique  
Ophtalmologie  
Pédiatrie  
Anesthésie Réanimation  
Chirurgie générale  
Hématologie  
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\*  
Pr. BENSEFFAJ Nadia  
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

Pharmacologie – Chimie  
Toxicologie  
Gastro-Entérologie  
Anesthésie Réanimation  
Anesthésie Réanimation  
Réanimation Médicale  
Anesthésie Réanimation  
Biochimie-Chimie  
Hématologie  
Informatique Pharmaceutique  
Immunologie  
Anesthésie Réanimation  
Néphrologie  
Chimie Analytique  
Traumatologie Orthopédie  
Anatomie  
Cardiologie  
Réanimation Médicale  
Pédiatrie  
Anesthésie Réanimation  
Radiologie  
Neuro-Chirurgie

Pr. EL GUERROUJ Hasnae	Médecine Nucléaire
Pr. EL HARTI Jaouad	Chimie Thérapeutique
Pr. EL JOUDI Rachid*	Toxicologie
Pr. EL KABABRI Maria	Pédiatrie
Pr. EL KHANNOUSSI Basma	Anatomie Pathologie
Pr. EL KHLOUFI Samir	Anatomie
Pr. EL KORAICHI Alae	Anesthésie Réanimation
Pr. EN-NOUALI Hassane*	Radiologie
Pr. ERRGUIG Laila	Physiologie
Pr. FIKRI Meryim	Radiologie
Pr. GHANIMI Zineb	Pédiatrie
Pr. GHFIR Imade	Médecine Nucléaire
Pr. IMANE Zineb	Pédiatrie
Pr. IRAQI Hind	Endocrinologie et maladies métaboliques
Pr. KABBAJ Hakima	Microbiologie
Pr. KADIRI Mohamed*	Psychiatrie
Pr. LATIB Rachida	Radiologie
Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra	Médecine Interne
Pr. MEDDAH Bouchra	Pharmacologie
Pr. MELHAOUI Adyl	Neuro-chirurgie
Pr. MRABTI Hind	Oncologie Médicale
Pr. NEJJARI Rachid	Pharmacognosie
Pr. OUBEJJA Houda	Chirurgie Pédiatrique
Pr. OUKABLI Mohamed*	Anatomie Pathologique
Pr. RAHALI Younes	Pharmacie Galénique
Pr. RATBI Ilham	Génétique
Pr. RAHMANI Mounia	Neurologie
Pr. REDA Karim*	Ophtalmologie
Pr. REGRAGUI Wafa	Neurologie
Pr. RKAIN Hanan	Physiologie
Pr. ROSTOM Samira	Rhumatologie
Pr. ROUAS Lamiaa	Anatomie Pathologique
Pr. ROUIBAA Fedoua*	Gastro-Entérologie
Pr. SALIHOUN Mouna	Gastro-Entérologie
Pr. SAYAH Rochde	Chirurgie Cardio-Vasculaire
Pr. SEDDIK Hassan*	Gastro-Entérologie
Pr. ZERHOUNI Hicham	Chirurgie Pédiatrique
Pr. ZINE Ali*	Traumatologie Orthopédie

### **Avril 2013**

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim*	Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
Pr. GHOUNDALE Omar*	Urologie
Pr. ZYANI Mohammad*	Médecine Interne

**\*Enseignants Militaires**

## 2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

### PROFESSEURS / PRs. HABILITES

Pr. ABOUDRAR Saadia	Physiologie
Pr. ALAMI OUHABI Naima	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. BARKYOU Malika	Histologie-Embryologie
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 Abbès	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 09/01/2015 par le  
Service des Ressources Humaines*

- 9 JAN 2015



*DEDICACES*



*A ma très chère maman sefiani daouia*

*Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A mon cher papa...El argubi Ahmed*

*MERCI... ton absence m'a poussé à devenir une femme forte, fière et indépendante...*

*J'aurais bien aimé que tu sois parmi nous aujourd'hui*

*Tu me manques beaucoup et j'espère te revoir bientôt...je t'aime*

*A MON CHER MARI : Ezzaoui Rachid*

*Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour, la tendresse et la gentillesse dont tu m'as toujours entouré. Cher mari j'aimerais bien que tu trouve dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus sincères car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le jour... Que dieu le tout puissant nous accorde un avenir meilleur.*

*A ma fille LINA Ezzaoui:*

*Tu es le plus beau cadeau que la vie m'a offert, tu as créé un nouveau monde au fond de moi et tu m'apportes tout ce que j'ai besoin pour être heureuse.*

*Je t'aime mon bébé*

*A mes chers cousins Khaled, Samir et Amine Kaidi*

*Vous êtes mes cousins mais pour moi vous êtes des frères*

*Je suis très contente de vous avoir à mes côtés  
vous étiez toujours là pour me soutenir, me remonter le moral, et me  
redonner courage*

*Je tiens à vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi  
Je vous souhaite tout le succès du monde, tout le bonheur que vous méritez  
Que dieu vous protège*

*A ma tante Sefiani Drissia et mon oncle Mohamed Kaidi:*

*Je ne trouve pas toujours les mots pour vous remercier de l'amour que vous  
m'avez témoigné au cours des années, et du soutien extraordinaire que  
vous m'avez offert... que dieu vous protège, Je vous aime*

*A ma tante aicha sefiani:*

*Qui est toujours présente quand on a besoin d'elle et qui pense à tout le  
monde, et que j'aime beaucoup.*

*A mes chères Hanae Attaf et Wasila :*

*Que dieu vous remplisse d'amour et de bénédictions, pour aujourd'hui et  
pour toujours.*

*A mes 2 petits anges Akram et Malak Kaidi:*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer tout l'amour que j'ai pour vous, Votre  
joie et votre gaieté me comblent de bonheur. Que Dieu vous protège*

*A ma défunte grand-mère qui me manque beaucoup. J'aurais tant aimé que  
tu sois présente. Que Dieu ait ton âme dans sa sainte miséricorde*

*A ma sœur Rahima et mes 2 frères Abdrahmane et Faiz : malgré les  
distances qui nous séparent vous êtes dans mon cœur. Je vous dédie ce  
travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.*

*A mon cousin selam et sa femme Ikram ainsi que leurs enfants : mohsin,  
badr , meryem et leila.*

*À MES CHERS ONCLES, TANTES, LEURS EPOUX ET EPOUSES  
A MES CHERS COUSINS COUSINES Veuillez trouver dans ce travail  
l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.*

*A mes amis :*

*En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère. Je vous souhaite beaucoup de réussite et de bonheur, autant dans votre vie professionnelle que privée.*

*A toutes les personnes qui ont servis pour ma formation, mon éducation et mon enseignement.*

*À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PARTICIPÉ A  
L'ÉLABORATION DE CE TRAVAIL À TOUS CEUX QUE J'AI  
OMIS DE CITER*

*REMERCIEMENTS*



*A notre maître et présidente du jury*

*Madame Krouil Yamna*

*Professeur en neuropédiatrie*

*Nous sommes très Honoré de vous avoir comme présidente  
du jury de notre thèse.*

*Votre compétence professionnelle incontestable ainsi que vos qualités  
humaines vous valent l'admiration et le respect de tous. Vous êtes et vous  
serez pour nous l'exemple de rigueur et de droiture dans l'exercice de la  
profession.*

*Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de notre haute  
considération, de notre sincère reconnaissance et de notre profond respect.*

*A notre maître et rapporteur de thèse*

*Monsieur Amrani Abdelouahed*

*Professeur de traumatologie-orthopédie pédiatrique*

*Vous nous faites un grand honneur en ayant accepté de nous guider le long  
de la réalisation de ce travail*

*Vous nous avez toujours réservé le meilleur accueil, malgré vos obligations  
professionnelles.*

*Vos encouragements inlassables, votre amabilité, votre gentillesse méritent  
toute admiration. Nous saisissons cette occasion pour vous exprimer notre  
profonde gratitude tout en vous témoignant notre respect.*

*Nous garderons de vous l'image d'un maître dévoué et serviable, et d'un  
homme dont la présence rassure et la parole apaise.*

*Veillez trouver ici le témoignage de notre respect et nos remerciements les  
plus sincères.*

*A notre maître et juge de thèse*

*Monsieur Mohamed Anouar Dendane*

*Professeur de traumatologie-orthopédie pédiatrique*

*Nous vous remercions vivement d'avoir accepté de juger ce travail, c'est  
pour nous un très grand honneur*

*La bienvenue et la simplicité par laquelle vous nous avez accueillis nous ont  
beaucoup émus.*

*Veillez trouver ici l'expression de nos plus chaleureux remerciements et de  
notre grande reconnaissance.*

*A notre maître et juge de thèse*

*Madame El Hafidi Naima :*

*Professeur de Pneumologie Pédiatrique*

*Nous vous remercions chaleureusement pour le privilège que vous nous avez  
accordé en siégeant parmi le jury de cette thèse.*

*Nous admirons en votre compétence et votre extrême amabilité.*

*Permettez nous de vous exprimer notre gratitude et nos remerciements les  
plus sincères.*

*A Monsieur Rami Mohamed*

*Professeur de Chirurgie pédiatrique*

*C'est pour nous un très grand honneur que vous acceptiez de siéger parmi  
notre honorable jury.*

*Vos compétences professionnelles et vos qualités humaines seront pour nous  
un exemple dans l'exercice de la profession.*

*Qu'il soit permis de vous présenter à travers ce travail, le témoignage de  
mon grand respect et de ma profonde considération.*

# *SOMMAIRE*



<b>INTRODUCTION</b> .....	1
I.Introduction .....	2
II.Embryologie du pied .....	4
1.Développement du pied de la 4e à la 8e semaine .....	4
2.Développement du pied de la 9e à la 12e semaine .....	10
3.Développement du pied pendant la vie fœtale .....	11
III.Rappel anatomique .....	14
IV.Biomécanique du pied.....	43
1.Mouvements de base d'un pied .....	43
2.Pied statique .....	46
3.Pied dynamique .....	48
4.Biomécanique ostéo-musculaire.....	49
5.Caractéristiques biomécaniques du pied .....	51
<b>MATERIELS ET METHODES</b> .....	53
A.Les critères de sélection .....	54
B. les observations cliniques .....	54
<b>DISCUSSION</b> .....	74
I.Aspects épidémiologiques .....	75

A.Fréquence .....	75
B.Sexe .....	76
C.Ethnie .....	76
D.L'âge de diagnostic .....	77
E.Le côté de la lésion .....	78
F.Les cas familiaux .....	79
II.Etiopathogénie .....	79
1.Une hypothèse génétique .....	80
2.L'hypothèse neuromusculaire .....	81
3.L'hypothèse vasculaire .....	83
III.Diagnostic clinique du pied convexe congénital .....	88
IV.Diagnostic différentiel .....	93
V.Les explorations radiologiques .....	97
A.La radiographie standard et dynamique .....	97
B.L'échographie .....	104
VI.Examens complémentaires à visée étiologique .....	108
VII.Anatomo-pathologie .....	110
VIII.Le traitement .....	114
A.Objectifs du traitement .....	114

B.Traitement orthopédique .....	114
C.Traitement chirurgical .....	131
1.Principes .....	131
2.Indications chirurgicales .....	131
3.Age de l'intervention chirurgicale .....	132
4.Technique chirurgicale .....	133
5.Gestes chirurgicaux associés .....	151
6.Les libérations péritaliennes .....	162
7.Les libérations dorsales de l'articulation médiotarsienne .....	163
8.Libération transverse du tarse .....	164
IX.Résultats .....	168
X.Evolution et Complications du traitement.....	175
1.Nécrose cutanée .....	175
2.La diminution de la mobilité .....	176
3.Hypocorrection .....	177
4.L'insuffisance tricpitale .....	178
5.La nécrose avasculaire du talus .....	178
6.La récidence de la déformation .....	179
7.Pied plat valgus /pied plat.....	180

8.Hypercorrection .....	181
9.Douleurs résiduelles .....	181
10.Nécrose naviculaire .....	182
XI.Le devenir du pied convexe à l'âge l'adulte .....	182
XII.Les différentes classifications pour l'évaluation des résultats.....	183
<b>CONCLUSION</b> .....	188
<b>RESUME</b> .....	190
<b>REFERENCES</b> .....	194



# *INTRODUCTION*

## **I. Introduction**

Le pied (du latin : *pes*) est l'extrémité distale du membre inférieur de l'homme. Il porte le poids du corps en position debout et permet la locomotion. Il a ainsi un rôle d'équilibre, d'amortissement et de propulsion.

Parfois le pied peut être le siège de déformations à la naissance. Ces déformations peuvent être de simples malpositions nécessitant un traitement orthopédique simple ou des malformations nécessitent par contre une prise en charge spécialisée précoce.

Parmi ces déformations, il y a le pied convexe congénital (PCC) qui est défini par une déformation congénitale rare, de cause obscure, caractérisée par une luxation ou une subluxation irréductible de l'articulation médiotarsienne touchant principalement l'articulation talonaviculaire.

La verticalité fréquente du talus explique la dénomination anglo-saxonne usuelle : « *congénital vertical talus* ».

Le pied convexe congénital associe un équin irréductible de l'arrière pied et d'une luxation dorsale constante de l'os naviculaire sur le talus, avec une subluxation calcanéocuboïdienne qui est restée longtemps méconnue à cause de l'orientation dorsale anormale de la grande apophyse du calcanéum

La position de l'avant pied est en talus avec une éversion qui put être majeur dans un tiers des cas, correspondant à l'aspect classique du pied convexe valgus.

Les releveurs du pied en avant, le triceps en arrière et les péroniers en latéral sont rétractés alors que les petits muscles de la plante et les structures aponévrotiques plantaires sont distendus.

Le PCC est idiopathique et isolé dans environ la moitié des cas. Dans les autres cas, il est associé à des affections neurologiques ou d'un syndrome polymalformatif.

La radiologie joue un rôle important dans le diagnostic, l'évaluation de l'efficacité du traitement ainsi que l'évolution des déformations.

Le traitement précoce reste avant tout orthopédique et doit être commencé dès les premiers jours qui suivent la naissance, basé sur des manipulations, l'utilisation d'attelles, voir des plâtres successifs.

Le traitement chirurgical est indiqué après échec du traitement orthopédique et aussi pour les pieds négligés qui n'ont pas pu être pris en charge en période néonatale.

Le but est de réduire la luxation médiotarsienne, de corriger la dorsiflexion excessive de l'avant pied ainsi que l'équinisme de l'arrière-pied et de maintenir la réduction, afin de parvenir à une bonne apparence et de diminuer les risques de douleur et de mouvements limités associés au pied non traité.

De nombreuses techniques chirurgicales ont été proposés mais les résultats restent toujours insuffisante avec des complications : nécrose avasculaire du talus, l'insuffisance tricépitale, pied plat valgus, hypocorrection...

Le but de ce travail est :

- de rapporter les récents progrès faits en matière de diagnostique étiologique et de traitement.
- Rapporter l'expérience du service dans la prise en charge du pied convexe congénital.
- Evaluer les résultats obtenus par les traitements utilisés dans notre contexte et dans la littérature.

## **II. Embryologie du pied :**

Les bourgeons des membres inférieurs constituent un « champ morphogénétique », qui est spécifié précocement et se développe selon un gradient proximodistal grâce à des morphogènes intervenant notamment au niveau du segment distal ou *autopode* [120].

Le mésoblaste induit la formation de la *crête épiblastique apicale*, qui induit à son tour une *zone de progression* conduisant à la formation des segments longitudinaux du membre. De même, la détermination des axes antéropostérieur et dorsoventral fait appel à l'apparition d'une zone de polarisation (impliquant l'acide rétinoïque) et à l'expression de différents agents morphogènes. Certaines malformations témoignent de l'implication de tels gènes (en particulier *Hox*) dans la formation des membres inférieurs chez l'Homme [121].

### **1. Développement du pied de la 4e à la 8e semaine :**

Les membres inférieurs se forment pendant la période postsomitique du développement embryonnaire, entre les stades 13 et 23 de la classification

Carnegie (de la 4<sup>e</sup> à la 8<sup>e</sup> semaine du développement), « en retard » par rapport aux membres supérieurs [122, 123].

*La palette du pied apparaît au stade 15 (vers 33 j de développement, embryon de 7 à 9 mm), par allongement de la moitié caudale de l'ébauche des membres inférieurs [124]. Les racines nerveuses lombaires donnent leurs premiers troncs tandis que du mésenchyme se condense à la racine du membre, et que se forme la crête épiblastique apicale.*

*Au stade 16 (vers 37 j, 11 à 14 mm) s'individualisent trois centres de croissance dont le plus distal donnera le pied. Parallèlement, les troncs nerveux se divisent et une partie du nerf tibial s'étend à la base de la palette du pied.*

*Au stade 17 (vers 41 j, 11 à 14 mm), des condensations mésenchymateuses distinctes apparaissent pour le tibia et la fibula tandis que les masses pré musculaires deviennent identifiables. La limite entre jambe et tarse devient nette [125] et la palette du pied donne naissance à une région centrale (tarse) en bordure de laquelle se projette un épais bourrelet périphérique, la *plaque digitale*, dont la face plantaire regarde en direction crâniale du fait de la rotation latérale du membre. Le pied présente alors trois rayons (principal médian, latéraux rudimentaires).*

*Le stade 18 (vers 44 j, 13 à 17 mm) se caractérise par l'allongement des membres inférieurs tandis que le tarse et le métatarse commencent leur chondrification et que les rayons des 2<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> orteils apparaissent comme des prolongements des condensations mésenchymateuses.*

*Au stade 19 (vers 47–48 j, 17 à 20 mm), les axes des membres supérieurs et inférieurs sont plus ou moins parallèles, et chaque pied présente un bord préaxial et un bord postaxial.*

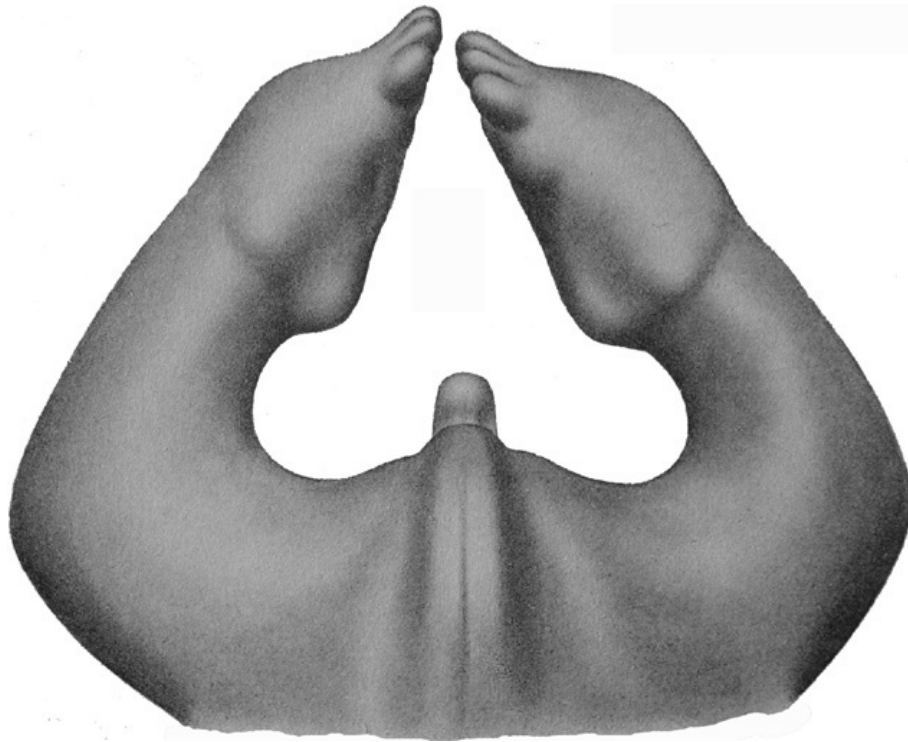
*Au stade 20 (vers 50–51 j, 21 à 23 mm), les membres inférieurs s'incurvent vers la ligne médiane et les pieds présentent des encoches interdigitales. Une condensation mésenchymateuse s'individualise pour le tubercule du calcaneus tandis qu'apparaissent les ébauches des ligaments collatéraux de la cheville.*

*Au stade 21 (vers 52 j, 22 à 24 mm), les deux pieds se rapprochent et les orteils peuvent parfois se toucher sur la ligne médiane. Le pied est alors plat avec un métatarse situé dans le prolongement direct du tarse. La petite apophyse du calcanéum (sustentaculum tali) se présente comme une condensation mésenchymateuse tandis que se forment la tubérosité postérieure du calcaneus, l'os naviculaire ainsi que le cuboïde et le cunéiforme médial. Les métatarsiens apparaissent et, dans la plupart des cas, les phalanges proximales des trois rayons médians [126].*

*Au stade 22 (vers 54 j, 25 à 27 mm), le degré d'équin et de flexion plantaire commence à diminuer, ce qui rend encore plus évidentes l'inversion et l'adduction physiologiques du pied à ce stade (figures 1 et 2) [127]. L'ossification périostique commence au niveau du tibia. Le contact tibiofibulaire se fait, et à partir de ce stade, la malléole fibulaire descend plus bas que la malléole tibiale. Les deux derniers cunéiformes apparaissent. L'interligne tarsométatarsien est dans l'ensemble convexe en avant, avec un retrait du 5e métatarsien.*

*Au stade 23 (fin de la 8e semaine, vers 56–57 j, 23 à 32 mm), les pieds, d'une longueur d'environ 4,5 mm, sont en varus équin-adduction et les surfaces plantaires se regardent l'une l'autre en direction médiale.*

Pour Uthoff [128] l'équinisme est dû à trois éléments : une désorientation postérieure de la surface articulaire distale du tibia (en rapport avec une courbure diaphysaire à concavité postérieure), un aplatissement de la trochlée talienne et un creux du médio-pied. L'ossification périostique commence au niveau de la fibula. Tous les éléments du tarse et les orteils sont chondrifiés (sauf les sésamoïdes). Des cavités sont apparues au niveau des articulations talotibiale, talofibulaire, talocalcanéenne et calcanéocuboïdienne. Enfin, des ponts cartilagineux persistent fréquemment entre talus et calcaneus (habituellement au niveau du sustentaculum tali) ainsi qu'entre le cunéiforme latéral et le 3e métatarsien, sans qu'il soit certain qu'ils conduisent par la suite à une coalition du tarse [127].



**Figure 1. Vue inférieure d'un embryon au stade 22 (vers 54 j) [127]**

**Noter l'équin et la flexion plantaire des pieds, à ce stade où les orteils se joignent sur la ligne médiane.**



**Figure 2. Coupe histologique axiale du pied dans un embryon au stade 22 (vers 54 j).**

**Importante flexion physiologique du pied, à ce stade où les ébauches des os sont encore totalement cartilagineuses.**

## **2. Développement du pied de la 9e à la 12e semaine :**

Au niveau du pied, le degré d'équin, de varus et d'adduction diminue graduellement après 10 semaines et une position neutre est atteinte à la fin de la 11e semaine en même temps que disparaît l'adduction du 1er métatarsien et du 1er orteil (figure 3).



**Figure 3. Vues dorsales du pied dans un embryon au stade 22 (vers 54 j) et dans un fœtus vers 11 semaines [127].Disparition de l'adduction du 1er métatarsien et du 1er orteil.**

### **3. Développement du pied pendant la vie fœtale :**

Ainsi, le développement embryonnaire a conduit à la formation de deux pieds dont le plan général paraît très achevé à la fin de la période embryonnaire. La suite du développement est essentiellement marquée par des phénomènes de différenciation tissulaire et de croissance, qui s'accompagnent de modifications posturales significatives. Ainsi, le membre inférieur va subir une rotation médiale qui commence dès la fin de la période embryonnaire pour s'achever après la naissance [128]. La formation des pieds s'accompagne d'une différenciation tissulaire qui se poursuit pendant la vie fœtale et bien au-delà après la naissance.

#### **a. Chondrification et ossification :**

Pratiquement dès son apparition, le mésoblaste se condense pour former des ébauches « mésenchymateuses », qui se transforment rapidement en *centres de Chondrification*. Les ébauches cartilagineuses à l'origine des futures pièces osseuses apparaissent précocement, selon un ordre proximodistal jusqu'aux orteils qui, dans la plupart des cas, sont tous chondrifiés à la fin de la période embryonnaire [129]. À ce stade, aucun des os du pied n'a habituellement commencé à s'ossifier.

*En fait, l'ossification des pieds débute au niveau des métatarsiens entre 8 et 10 semaines par l'apparition d'une collerette périostique, suivie vers 11 semaines de l'invasion vasculaire et de l'ossification endochondrale de chaque ébauche. Les phalanges proximales et intermédiaires s'ossifient plus tardivement, vers 16 semaines (figure 4). L'ossification des phalanges distales, quant à elle, débute vers 11 semaines par une ossification membranaire distale*

suivie par une ossification endochondrale de progression proximale (qui ne s'achève parfois qu'après la naissance).

*Au niveau du tarse, l'ossification commence au niveau du calcaneus* par un début d'ossification, périostique vers 13–14 semaines puis endochondrale vers 15–16 semaines. Les radiographies permettent une appréciation assez précise de la maturation osseuse foetale pour ce qui concerne le début d'ossification du calcaneus ( $24 \pm 2$  semaines) ainsi que du talus ( $28 \pm 2$  semaines). En fait, l'essentiel de l'ossification du tarse se produit après la naissance, avec l'apparition successive des points primaires du cuboïde (1 à 6 mois), des os cunéiformes (1 à 3 ans) et de l'os naviculaire (3 à 5 ans). Les noyaux secondaires du calcaneus apparaissent entre 8 et 9 ans. Les points d'ossification épiphysaires des métatarsiens apparaissent entre 3 et 4 ans.

#### **b. Formation des articulations :**

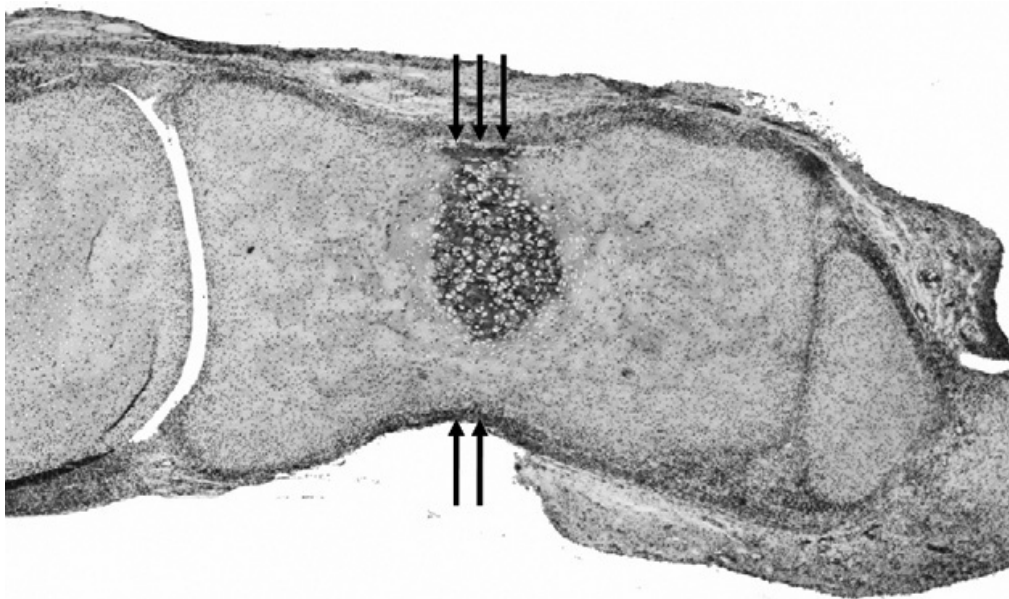
Pendant cette période, les articulations sont préformées entre les ébauches primordiales des os, tandis que les ligaments et tendons se forment in situ par condensation du mésenchyme. La cavitation de la cheville est habituellement visible vers 9 semaines, et l'ensemble de la cavité articulaire avec sa synoviale est visible à 10–11 semaines, ce qui permet l'apparition du mouvement [127]. Finalement, une cavité articulaire avec des villosités synoviales se forme après 14 semaines dans la plupart des articulations du tarse [127, 129, 130].

#### **c. Formation des muscles :**

Les ébauches musculaires s'organisent d'abord en deux masses ventrale et dorsale colonisées par des précurseurs musculaires d'origine somitique, et conditionnant l'évolution parallèle de branches nerveuses homologues.

**d. Formation des vaisseaux :**

Les vaisseaux apparaissent dès les premiers stades, comme l'artère tibiale postérieure qui se termine par l'artère plantaire médiale, se continuant par l'arcade plantaire. L'artère plantaire latérale ne se forme que secondairement [130]. Les réseaux veineux et lymphatiques se développent parallèlement et sont en place à la fin de la période embryonnaire.



**Figure 4. Coupe histologique axiale d'un orteil dans un fœtus vers 16 semaines.**

Début d'ossification de la phalange avec une fine collerette périostique en périphérie de l'ébauche cartilagineuse (flèches) et un noyau d'ossification endochondrale en position centrale

### **III. Rappel anatomique :**

#### **➤ Ostéologie du pied**

#### **A. Ostéologie du tarse postérieur : calcanéum et talus**

##### **1. Introduction :**

Les os du tarse postérieur sont au nombre de deux : le calcanéum et le talus

Ces deux os s'articulent entre eux et forme l'articulation sous talienne.

##### **2. Le calcanéum :**

C'est l'os le plus volumineux du tarse.

Il s'articule avec le cuboïde en avant et avec le talus en haut.

Son grand axe est orienté en haut, en AV et légèrement en DH : seule sa partie postérieure repose sur le sol

On lui décrit six faces :

##### **❖ Face supérieure :**

Elle est divisée en deux parties :

· Les 2/3 antérieurs : C'est la partie articulaire qui est recouverte par le talus. Elle comprend d'avant en arrière :

##### **- la surface articulaire talaire antérieure :**

- Elle est de forme ovale et parfois composée de deux surfaces articulaires.
- Son axe est oblique en avant et en dehors.
- Elle est concave en tous sens.

- la surface articulaire talaire postérieure (ou thalamus) :
  - C'est la véritable surface d'appui du talus.
  - Elle est de forme ovale.
  - Son axe est oblique en avant et en dehors.
  - Elle est convexe selon le grand axe.
  
- le sillon calcanéen :
  - Il est situé entre les deux surfaces articulaires précédentes.
  - Il constitue le plancher du sinus du tarse
  - Il est de forme triangulaire à base latérale et est oblique en avant et en dehors.
  - Il donne insertion en son milieu au ligament talo-calcanéen interosseux.
  - Il donne insertion sur la grande apophyse, de DD en DH, au ligament bifurqué et au ligament calcanéo-cuboïdien dorsal. En AR et en DH d'eux, se trouve l'insertion des muscles courts extenseurs des orteils et de l'hallux et le rétinaculum des extenseurs.

le 1/3 postérieur : C'est la partie non articulaire.

Il est étroit, lisse et criblé de trous vasculaires

Il est concave sagittalement et convexe transversalement

Il est en rapport avec une bourse séreuse le séparant du tendon calcanéen

❖ **Face inférieure :**

Elle est de forme rectangulaire, étroite au milieu et renflée à ses extrémités.

En AV, se trouve le tubercule calcanéen ou s'insère le ligament calcanéo-cuboïdien plantaire.

Au milieu, se trouve l'insertion du ligament plantaire long, entre les insertions des deux chefs du muscle carré plantaire.

En AR, se trouve la tubérosité calcanéenne ou s'insèrent :

- sur le processus médial, les muscles abducteur de l'hallux et CFO
- sur le processus latéral, les muscles abducteur du V et CFO
- en arrière des processus, s'insère l'aponévrose plantaire qui s'imbrique avec le tendon calcanéen et le court fléchisseur des orteils qui s'insère aussi entre les 2 processus.

❖ **Face antérieure :**

Elle est articulaire avec la face postérieure du cuboïde.

Elle est en forme de selle, concave de haut en bas, et convexe transversalement

❖ **Face postérieure** :

Elle est divisée en trois parties

- 1/3 supérieur : présence d'une bourse séreuse
- 1/3 moyen : insertion du tendon calcanéen
- 1/3 inférieur : insertion des fibres superficielles du tendon calcanéen et de l'aponévrose plantaire superficielle

❖ **Face latérale** :

Elle présente une saillie au niveau du 1/3 antérieur : la trochlée des fibulaires

Sur cette trochlée s'insère le rétinaculum latéral des fibulaires

Au-dessus, glisse le tendon du muscle court fibulaire

En dessous, glisse le tendon du muscle long fibulaire

Au-dessus et en arrière, s'insère les ligament calcanéofibulaire et talocalcanéen latéral

❖ **Face médiale** :

Elle est en forme de gouttière, limitée par deux saillies :

- par une saillie postéro-inférieure : processus médial de la tubérosité du calcanéum.

- par une saillie antéro-supérieure : sustentaculum tali

Dans cette gouttière, déborde le chef médial du muscle carré plantaire

Le sustentaculum tali présente :

- une face inférieure : sillon du tendon du LFH
- un bord libre : insertion des ligaments calcanéonaviculaire plantaire et tibiocalcanéen, et du muscle tibial post. Il présente aussi une petite gouttière ou glisse le tendon du LFO

### **3. Le talus :**

C'est l'os le plus élevé du pied. Il ne présente aucune insertion musculaire.

Il s'articule avec l'os naviculaire en avant, avec le tibia et la fibula en haut, et avec le calcanéum en bas.

Il est allongé transversalement et est constitué d'une tête, d'un col et d'un corps

L'axe de la tête et du col fait avec l'axe du corps :

- un angle d'inclinaison, ouvert en bas de  $115^\circ$  de profil
- un angle de déclinaison, ouvert médialement de  $150^\circ$ , axe entre la trochlée et le col (vue supérieure)

On lui décrit six faces :

❖ **Face supérieure :**

Elle est divisée en deux parties :

· Les 3/4 postérieurs : C'est la partie articulaire qui correspond à la trochlée. Elle a une forme de poulie, plus large en avant qu'en arrière, fortement convexe d'avant en arrière et concave transversalement. Présente 2 joues interne et externe. L'interne est plus étroite, l'externe plus haute.

· Le 1/4 antérieur : C'est la partie non articulaire qui correspond au col. Il est criblé de trous vasculaires et présente une crête rugueuse unique du côté médial et double du côté latéral. Sur cette crête s'insère en avant la capsule de l'articulation talo-naviculaire et, en arrière, celle de l'articulation talocrurale.

Sur le versant antérieur s'insère le ligament talo-naviculaire dorsal

Sur le versant postérieure, côté médial, s'insère le ligament tibio-talaire antérieur

Sur le versant postérieure, côté latéral, s'insère le ligament talo-fibulaire antérieur

❖ **Face inférieure** :

Elle comprend :

La SA (surface articulaire) post : elle est de forme ovale, et son axe est oblique en AV et en DH. Elle est concave selon son axe. Elle s'articule avec le thalamus

La SA ant : elle correspond à la face plantaire de la tête du talus. Son axe est oblique en AV et en DH. Se situe la facette articulaire avec le ligament calcanéonaviculaire inf.

Le sillon talaire : il constitue le plafond du sinus du tarse et est oblique en AV et en DH. Il est situé sur la face inf. du col. Dans ce sillon, s'insère le ligament talocalcanéen interosseux.

❖ **Face postérieure** :

Elle est étroite et présente :

- Le sillon du muscle LFH
- Un tubercule médial où s'insère le ligament tibio-talaire postérieur
- Un tubercule latéral où s'insère les ligaments talo-fibulaire post et talocalcanéen post. Ce tubercule peut parfois présenter un os surnuméraire : l'os trigone

❖ **Face antérieure** :

Elle correspond à la tête du talus : c'est une surface articulaire sphéroïde. Son grand axe fait un angle de 45° ouvert en DH par rapport à la verticale.

Elle s'articule avec l'os naviculaire en avant, et avec le calcanéum en plantaire.

❖ **Face latérale** :

Elle est occupée par la surface malléolaire latérale du talus.

Cette surface articulaire est triangulaire à sommet inférieur déjeté en dehors par le processus latéral

En AR, s'insère le ligament talo-fibulaire postérieur

En AV, s'insère le ligament talo-fibulaire antérieur

Sur le processus latéral s'insère le ligament talocalcanéen latéral

❖ **Face médiale** :

Elle est occupée à sa partie supérieure par la surface malléolaire médiale du talus.

Cette SA est en forme de virgule à grosse extrémité antérieure et à concavité inférieure

Cette SA est plane

En dessous, s'insère le ligament tibio-talaire postérieur

En AV, sur le col, s'insère le ligament tibio-talaire antérieur

## **B. Ostéologie du tarse antérieur**

### **1. Introduction :**

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

Le tarse se divise en deux parties :

- le tarse postérieur qui comprend le talus et le calcanéum
- le tarse antérieur qui comprend le cuboïde, l'os naviculaire et les 3 cunéiformes

### **2. Situation des os du tarse :**

L'os naviculaire, qui correspond à l'os postérieur et médial du tarse antérieur, s'articule par sa face postérieure avec la tête du talus : c'est une articulation de type sphéroïde qui correspond à la partie médiale de l'articulation de Chopart.

Le cuboïde qui constitue le squelette latéral du tarse antérieur, s'articule par sa face postérieure avec la face antérieure du calcanéum : c'est une articulation de type sellaire qui correspond à la partie latérale de l'articulation de Chopart (=articulation médio-tarsienne).

L'articulation de Chopart unit donc le tarse antérieur au tarse postérieur par deux articulations distinctes qui comprennent chacune une capsule et plusieurs ligaments :

- Pour le compartiment médial :
  - Le ligament glénoïdien : ligament calcanéonaviculaire plantaire

- Le ligament talo-naviculaire dorsal
- Le faisceau médial du ligament bifurqué : ligament calcanéo-naviculaire latéral

· Pour le compartiment latéral :

- Le faisceau latéral du ligament bifurqué : ligament calcanéo-cuboïdien médial
- Le ligament calcanéo-cuboïdien dorsal
- Le ligament calcanéo-cuboïdien plantaire
- Le ligament plantaire long

L'os naviculaire, par sa face latérale, est articulé avec la face médiale du cuboïde. Il forme l'articulation naviculo-cuboïdienne qui comprend :

- Une capsule
- Un ligament dorsal
- Un ligament plantaire
- Un ligament interosseux

En avant de l'os naviculaire, se trouve les cunéiformes qui sont au nombre de trois, de dedans en dehors :

- Le cunéiforme médial = C1
- Le cunéiforme intermédiaire = C2
- Le cunéiforme latéral = C3

Les cunéiformes sont articulés par leurs faces postérieures avec la face antérieure de l'os naviculaire. Ils forment l'articulation naviculo-cunéenne qui comprend :

- Une capsule
- Trois ligaments dorsaux
- Trois ligaments plantaires

De plus, les cunéiformes sont articulés entre eux et forment donc deux articulations inter-cunéennes qui comprennent :

- Deux ligaments dorsaux
- Deux ligaments plantaires
- Deux ligaments interosseux

Le cunéiforme latéral s'articule par sa face latérale avec la face médiale du cuboïde. Ils forment l'articulation cunéo-cuboïdienne qui comprend :

- Un ligament dorsal
- Un ligament plantaire
- Un ligament interosseux

Les cunéiformes s'articulent par leurs faces antérieures avec la face postérieure de la base des métatarsiens :

- Le cunéiforme médial avec le 1er métatarsien
- Le cunéiforme intermédiaire avec le 2ème métatarsien
- Le cunéiforme latéral avec le 3ème métatarsien

Le cuboïde s'articule par sa face antérieure avec les faces postérieures de la base des 4ème et 5ème métatarsiens

Ces surfaces articulaires forment l'articulation de Lisfranc (=tarso-métatarsienne) qui comprend :

- Trois capsules distinctes (CM & M1) (CI,L & M2,3) (cuboïde & M4,5)
- Sept ligaments dorsaux (M1 & CM) (M2 & CM,I,L) (M3 & CL) (M4,5 & cuboïde)
- Huit ligaments plantaires (CM & M1,2,3) (CI & M2) (CL & M3,4) (cuboïde & M4,5)
- Trois ligaments interosseux (médial, moyen, latéral) dont le ligament de Lisfranc qui unit la face latérale du cunéiforme médial de la base de M2

### **3. Particularités de chaque os :**

#### **❖ L'os naviculaire :**

Il présente une extrémité médiale comportant le processus naviculaire sur lequel s'insère le muscle tibial postérieur.

#### **❖ Le cuboïde :**

Sa face inférieure présente une crête sur laquelle s'insèrent de dedans en dehors :

- le chef oblique de l'adducteur de l'hallux
- le court fléchisseur de O5

- le muscle opposant de O5

Cette face présente aussi une gouttière dans laquelle glisse le muscle long fibulaire

En arrière de la crête, se trouve l'insertion d'une expansion du muscle tibial postérieur

❖ **Les cunéiformes :**

Ils ont une forme de coin à arrête dorsale pour le CM et à arrête plantaire pour les deux autres.

Le CI est en retrait par rapport aux deux autres : la base du 2ème métatarsien se trouve donc en contact avec les trois cunéiformes, ce qui explique la mobilité réduite de ce métatarsien.

Sur la face plantaire de ces cunéiformes s'insèrent une expansion du muscle tibial postérieur, le muscle CFH. De plus, sur le CL, s'insère le muscle adducteur oblique de l'hallux  
Sur la face médiale du CM s'insère une expansion du m. tibial antérieur.

**4. Les métatarsiens :**

- Ils sont au nombre de 5, numérotés de 1 à 5 de DD en DH
- Ce sont des os longs, obliques en bas et en AV
- Leurs têtes constituent l'appui antérieur du pied

- Ils s'articulent en AV avec les phalanges proximales, et en AR avec les os du tarse antérieur constituant ainsi l'interligne de Lisfranc (tarso-métatarsien)

❖ **Caractères communs** :

- Le corps : il est prismatique et triangulaire et présente :
  - une face dorsale plus large en AR qu'en AV, libre d'insertion
  - deux faces, latérale et médiale, qui donnent insertion aux muscles interosseux : Les IOD s'insèrent sur les 2 métatarsiens de chaque espace inter-méta. Les IOP ne s'insèrent que sur le métatarsien le plus éloigné de l'axe du pied qui passe par le milieu de M2.
- La base : - elle est proximale en forme de coin
  - elle s'articule latéralement avec les métatarsiens voisins, et en AR, avec les os du tarse antérieur.
- La tête : - elle est distale et aplatie transversalement et présente d'AV en AR :
  - une SA convexe, encroûtée de cartilage, s'étendant plus sur la face plantaire. Elle répond à la base de P1
  - une dépression où s'insère la capsule articulaire
  - deux tubercules latéraux où s'insèrent les ligaments collatéraux métatarso-phalangiens

❖ **Caractères particuliers :**

- M1 : - c'est le plus court et le plus volumineux
  - sa base présente 2 SA, pour le CM et M2. Au niveau de sa face plantaire, on trouve 2 tubercules, médial et latéral, sur lesquels s'insèrent respectivement les muscles tibial antérieur et long fibulaire
  - sa tête est aplatie de haut en bas et présente 2 fossettes ovalaires en rapport avec les sésamoïdes.
- M2 : - c'est le plus long et le moins mobile
  - il s'articule avec les trois cunéiformes et avec les deux métatarsiens voisins
  - sa base, au niveau de son bord plantaire, présente une expansion du tibial post, une expansion inconstante du long fibulaire, et les insertions du CFH et de l'adducteur oblique de l'hallux
- M3 : - sa base, au niveau de son bord plantaire, présente l'insertion du muscle tibial post et de l'adducteur oblique de l'hallux
- M4 : - sa base, au niveau de son bord plantaire, présente l'insertion du muscle adducteur oblique de l'hallux
- M5 : - son corps présente à sa partie latérale l'insertion du muscle opposant du V
  - sa base se prolonge en AR et en DH par la styloïde. Sur sa face latérale, se trouve l'insertion du muscle court fibulaire, et en AV, celle du muscle abducteur du V. Sur sa face plantaire, s'insère le muscle court fléchisseur du V, et sur sa face dorsale, s'insère le muscle 3ème fibulaire.

## **5. Les phalanges :**

- Elles constituent le squelette des orteils
- On distingue les phalanges proximale, intermédiaire et distale. L'hallux n'a pas de phalange intermédiaire
- Ce sont des petits os longs, constitué d'un corps, d'une base et d'une tête
- P1 est oblique en haut et en AV, P2 est presque horizontal et P3 est oblique en bas et en AV

### **❖ La phalange proximale :**

#### *Caractères communs* :

- le corps : - il est cylindrique
  - sa face plantaire livre passage aux muscles fléchisseurs
  - sa face dorsale livre passage aux tendons des extenseurs
- la base : - elle présente une SA en rapport avec la tête du métatarsien
  - sur ses faces latérale et médiale, s'insèrent les muscles interosseux et les 2 faisceaux du ligament collatéral correspondant de l'articulation métatarso-phalangienne.
  - sa face plantaire donne insertion au ligament glénoïdien
- la tête : - elle est aplatie et présente une SA en forme de trochlée en rapport avec P2
  - de chaque côté de la SA, se trouve un tubercule sur lequel s'insère les 2 faisceaux du ligament collatéral correspondant de l'articulation inter-phalangienne proximale

Caractères particuliers :

**Hallux** :- le corps : - c'est le plus volumineux

- sa face plantaire livre passage au tendon du muscle LFH
- sa face dorsale livre passage au tendon du muscle LEH

- la base : - elle ne donne pas d'insertion aux muscles interosseux

- sur sa face médiale, s'insèrent le tendon commun de l'abducteur de l'hallux et le faisceau médial du CFH
- sur sa face latérale, s'insèrent le tendon commun de l'adducteur oblique de l'hallux et le faisceau latéral du CFH
- sur sa face dorsale, s'insèrent les expansions collatérales du tendon du LEH, et au milieu, le tendon du CEH

**V** : la base : - sur sa face plantaire, s'insère le CFV

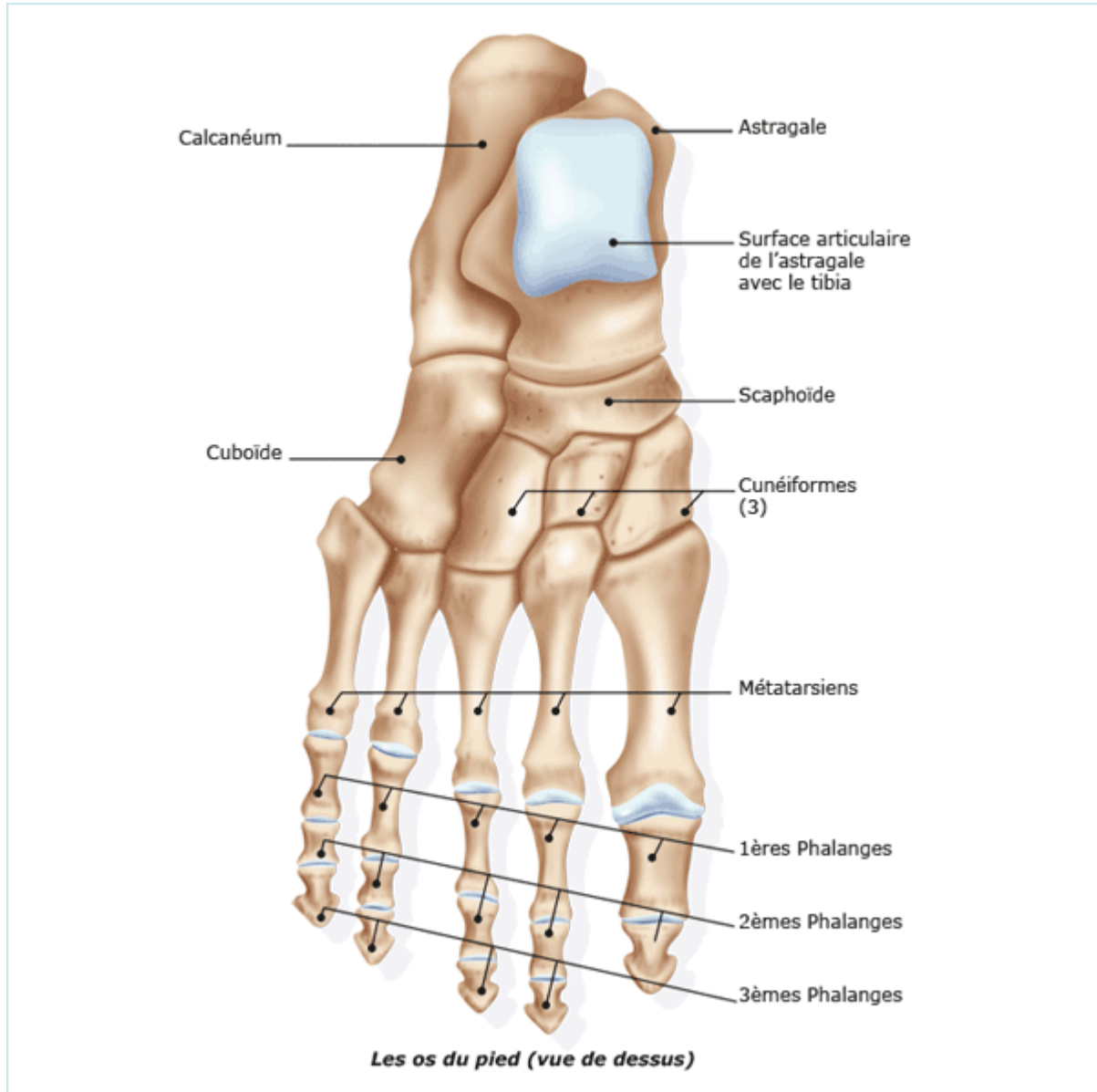
- sur sa face latérale, s'insère l'abducteur du V
- sur sa face médiale, s'insère le 3ème IOP et le 4ème lombrical

❖ **La phalange intermédiaire :**

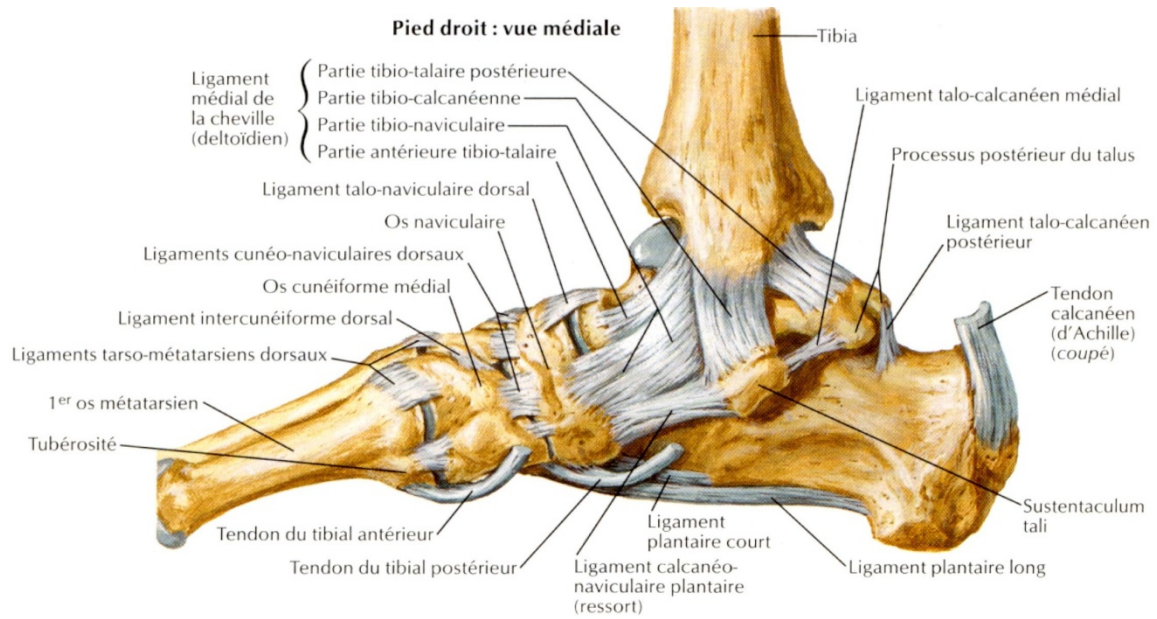
- le corps : - il est identique, mais plus court que celui de P1, et sa taille décroît progressivement
- la base : - elle présente une SA en rapport avec la tête de P1
  - sur ses faces collatérales, sur un tubercule, s'insèrent les 2 faisceaux du ligament collatéral correspondant de l'articulation inter-phalangienne proximale
  - sur sa face dorsale, s'insèrent une partie du LEO et du CEO
  - sur sa face plantaire, s'insère la plaque plantaire
- la tête : - elle est identique à celle de P1

❖ **La phalange distale :**

- le corps : - il est quasi inexistant
- la base : - elle présente une SA en rapport avec la tête de P2
  - ses faces collatérales sont identiques à celles de P2
  - sur sa face dorsale, s'insèrent le tendon terminal du LEO et du CEO
  - sur sa face plantaire, s'insère la plaque plantaire et le tendon du LFO
- l'extrémité distale : - elle présente un face dorsale lisse en rapport avec le lit de l'ongle et une face plantaire rugueuse en rapport avec la pulpe de la 3ème phalange
  - au niveau de l'hallux, cette phalange est large et volumineuse et présente à sa face dorsale l'insertion du LEH, et à sa face plantaire, l'insertion du LFH



**Figure 1 : les os du pied**



**Figure 3 : vue médiale du pied**

➤ **Anatomie topographique de la région dorsale du pied**

**A. Introduction :**

Cette région est limitée :

- en haut et en arrière, par une ligne courbe joignant les deux malléoles
- en bas et en avant, par une ligne réunissant la commissure des orteils
- latéralement, par les bords externe et interne du pied

**B. Le plan osseux :**

Cette région est formé par :

- une partie postérieure, tarsienne, formée
  - en dedans, par la partie supérieure du col et de la tête du talus, le bord supérieur de l'os naviculaire plus en avant, la face supérieure des trois cunéiformes
  - en dehors, par la face supérieure de la grande apophyse du calcanéum, et plus en avant, par la face supérieure du cuboïde
  - les articulations talocalcanéenne, naviculo-cuboïdienne, et l'articulation de Chopart
- une partie antérieure, métatarsienne, formée par la face dorsale des 5 métatarsiens et par l'articulation de Lisfranc

**C. Le plan musculaire :**

Il est constitué par un seul muscle : le pédieux, qui correspond aux CEO et CEH

**D. Le plan tendineux :**

Il est situé entre l'aponévrose du pédieux et l'aponévrose superficielle. Il est formé par les tendons des muscles extenseurs du pied et des orteils. Ce plan tendineux comprend de dedans en dehors :

- le tendon du tibial antérieur
- le tendon du LEH
- les 4 tendons du LEO
- le tendon du 3ème fibulaire
- le tendon du court fibulaire

Tous ces tendons sont entourés d'une gaine synoviale.

**E. Le plan aponévrotique superficiel :**

L'aponévrose dorsale du pied est mince mais résistante. Elle fait suite à l'aponévrose superficielle ou ligament annulaire du cou de pied. Par sa face profonde, elle émet des cloisons verticales qui vont rejoindre l'aponévrose du pédieux et forment des coulisses fibreuses pour les tendons des extenseurs.

**F. Les vaisseaux et les nerfs profonds :**

▪ **Les artères :**

Elles sont représentées par l'artère pédieuse (ou artère dorsale du pied) et ses branches. Elle fait suite à l'artère tibiale antérieure et se termine par l'artère métatarsienne dorsale et l'artère plantaire profonde. Elle fournit en cours de route un certain nombre de collatérales :

-des rameaux tarsiens médiaux

-un rameau du sinus du tarse

-l'artère tarsienne latérale qui s'anastomose avec l'artère plantaire latérale, et avec l'artère arquée en formant l'arcade dorsale du pied

-l'artère arquée

▪ **Les veines :**

Elles sont au nombre de deux par artère et ont une disposition calquée sur celle des artères.

▪ **Les lymphatiques :**

Très grêles, ils se dirigent vers les lymphatiques tibiaux antérieurs.

▪ **Les nerfs :**

Les nerfs profonds sont représentés par les deux branches de terminaison du nerf fibulaire profond : rameaux latéral et médial.

## **G. Plans superficiels :**

### ▪ **Tissu cellulaire sous cutané :**

Il est mince, lamelleux chez l'homme, et graisseux chez la femme et chez le nourrisson. Dans son épaisseur cheminent les vaisseaux et les nerfs superficiels.

Les vaisseaux superficiels sont surtout représentés par des veines volumineuses qui aboutissent à l'arcade veineuse dorsale du pied. Les deux extrémités de cette arcade constituent les veines marginales médiale et latérale qui se réunissent aux deux veines plantaires superficielle pour former les veines petite et grande saphènes.

Les nerfs superficiels correspondent :

- au nerf fibulaire superficiel, en dedans d'une ligne passant le milieu du 4ème orteil
- au nerf fibulaire profond pour la 1ère commissure interdigitale
- au nerf sural (collatérale du nerf tibial, en dehors d'une ligne passant le milieu du 4ème orteil
- au nerf saphène (terminale du nerf fémoral) sur le bord médial du pied

### ▪ **La peau :**

Elle est fine et mobile.

➤ **Anatomie topographique de la région plantaire du pied**

**A. Introduction :**

Cette région est limitée :

- en arrière, par une ligne courbe à convexité postérieure qui la sépare de la région postérieure du cou de pied.
- en avant, par une ligne réunissant la commissure des orteils
- latéralement, par les bords externe et interne du pied.

**B. Le plan osseux :**

Cette région est formée :

- en arrière, par la face inférieure des os du tarse postérieur et du tarse antérieur.
- en avant, par le bord inférieur des 5 métatarsiens.

**C. Le plan musculaire :**

Il peut être divisé en deux parties :

- la loge interosseuse, recouverte par l'aponévrose plantaire profonde
- la loge plantaire, recouverte par l'aponévrose plantaire superficielle

▪ **La loge interosseuse :**

Elle est constituée des muscles interosseux dorsaux et plantaires qui comblent les espaces inter-métatarsiens. Les muscles interosseux

plantaires sont au nombre de 3, et les interosseux dorsaux au nombre de 4

L'aponévrose plantaire profonde se fixe sur les bords du 1er et du 5ème métatarsien.

Les vaisseaux et les nerfs de la loge interosseuse sont :

-l'artère plantaire latérale qui comprend successivement deux portions :

-une portion oblique

- une portion transversale (ou arcade plantaire profonde).

Elle s'anastomose au niveau de la partie postérieure du 1er espace interosseux avec l'artère plantaire profonde.

Cette artère plantaire latérale donne des branches collatérales :

- rameaux ostéo-articulaires

- rameaux musculaires pour les muscles des loges latérale et moyenne

- rameaux anastomotiques avec l'artère plantaire médiale et avec l'arcade dorsale au niveau du bord latéral

- rameaux perforants proximaux : ils traversent la partie postérieure des espaces interosseux et s'anastomosent avec les rameaux correspondants des artères métatarsiennes dorsales

- l'artère digitale plantaire latérale du 5ème orteil
- les 4 artères métatarsiennes plantaires qui se divisent en avant pour donner les collatérales digitales aux orteils correspondants. Chacune de ces métatarsiennes présentent en avant un rameau perforant distal qui traverse l'espace interosseux et s'anastomose avec l'artère métatarsienne dorsale
- la branche profonde du nerf plantaire latéral qui accompagne l'arcade profonde dans la profondeur de la loge moyenne plantaire

▪ **La loge plantaire :**

Elle est sous-jacente à la loge interosseuse et forme le relief musculaire de la plante du pied, entourée par l'aponévrose plantaire superficielle. Des cloisons sagittales fibreuses relient cette aponévrose au plan squelettique. Ainsi, sont délimités trois segments :

- le segment interne, ou loge des muscles du gros orteil :

- on y trouve en arrière l'insertion du tibia postérieur et du long fibulaire

- trois muscles sont destinés au gros orteil et sont disposés en deux plans :

- plan profond : - en dehors : l'adducteur de l'hallux

- en dedans : le CFH

- plan superficiel : l'abducteur de l'hallux

-le segment moyen, ou loge des fléchisseurs des orteils

-ils sont disposés en deux plans :

-plan profond : - le LFO

- le carré plantaire

- les lombricaux

-plan superficiel : le CFO

-le segment externe, ou loge des muscles du 5ème orteil

-ils sont disposés en deux plans :

-plan profond : - en dedans : l'opposant du 5ème orteil.

- en dehors : le CFV

-plan superficiel : l'abducteur du 5ème orteil

Les vaisseaux et les nerfs de la loge plantaire sont :

-l'artère plantaire médiale

-l'artère plantaire latérale

-les veines : 2 par artère

-le nerf plantaire médial

- le nerf plantaire latéral

#### **D. LES VAISSEAUX ET LES NERFS SUPERFICIELS :**

- **Les artères :**

Elles sont de petit calibre.

▪ **Les veines :**

Elles sont très nombreuses, réalisant un riche réseau anastomotique, la semelle veineuse de Lejars, qui se draine dans l'arcade plantaire sous-cutanée, située au niveau du pli de flexion des orteils.

▪ **Les lymphatiques :**

Ils rejoignent, par les bords latéraux du pied, le réseau dorsal, puis les collecteurs internes de jambe.

▪ **Les nerfs :**

-le nerf calcanéen médial, au niveau du talon

-le nerf plantaire médial, en dedans d'une ligne passant par le milieu du 4ème orteil

-le nerf plantaire latéral, en dehors d'une ligne passant par le milieu du 4ème orteil

-le nerf saphène sur le bord tout médial du pied

**E. PLANS SUPERFICIELS :**

▪ **La peau :**

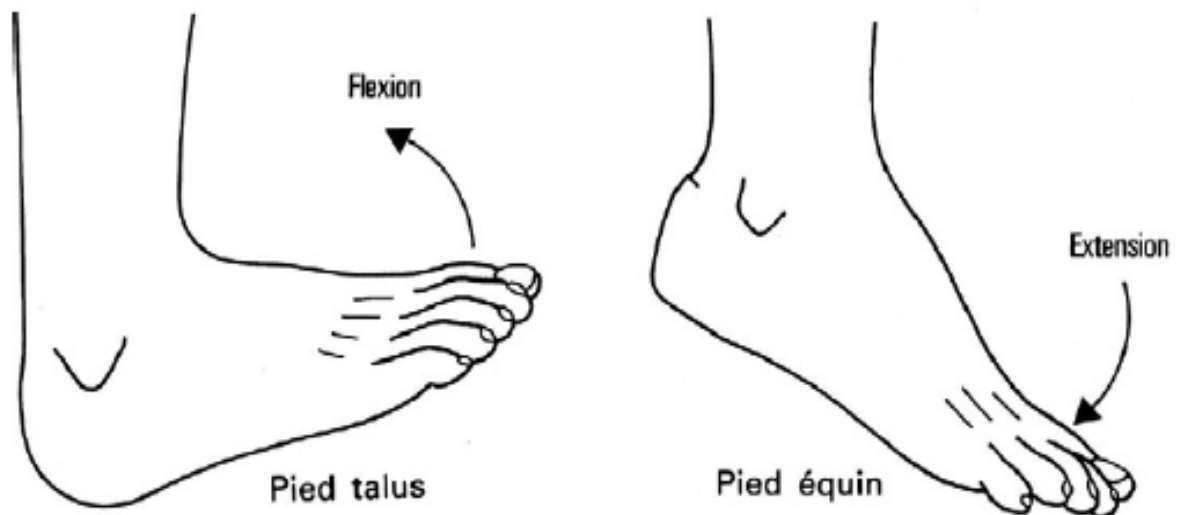
La peau plantaire est spécialement résistante. Au niveau des appuis, elle est très kératinisée. Sous la peau, se trouve un capiton. De plus, au niveau de la 1ère tête métatarsienne, de la 5ème tête métatarsienne et du talon, se trouvent des bourses séreuses.

#### **IV. Biomécanique du pied [119] :**

##### **1. Mouvements de base d'un pied :**

Les mouvements élémentaires sont limités par rapport à 3 axes dans l'espace.

-Par rapport à l'axe transversal de l'articulation tibio-fibulo-talienne, parallèle à l'axe de rotation de la trochlée talienne, différent de l'axe bimalléolaire (Figure 1).



**Figure 1 : mouvements dans le plan sagittal [119]**

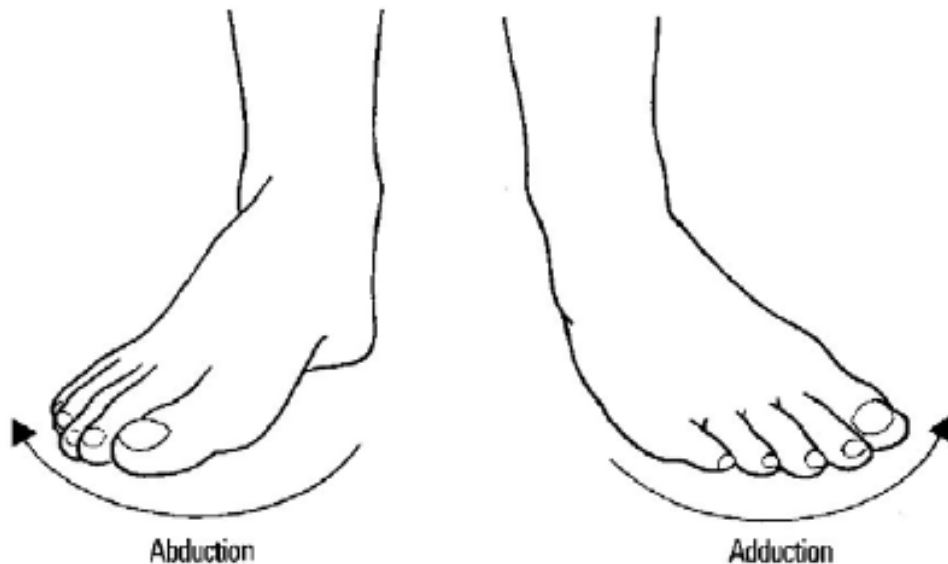
La flexion rapproche la pointe du pied de la face antérieure de la jambe.

Lorsque le pied est fixé en flexion dorsale maxima, on parle de pied talus.

L'extension éloigne la pointe du pied de la face antérieure de la jambe.

Lorsque le pied est fixé en flexion plantaire maxima, on parle de pied équin.

-Par rapport à l'axe vertical jambier qui perfore le talon et grâce à l'articulation sous taliennne (Figure 2).

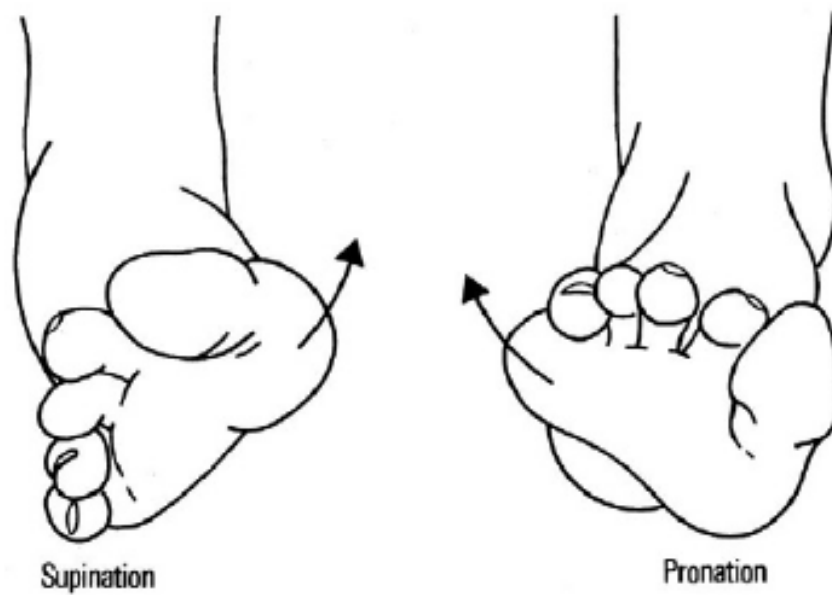


**Figure 2 : mouvements dans le plan horizontal [119]**

L'abduction est le mouvement qui tend à écarter le pied du plan médian du corps (pied en abduction).

L'adduction est le mouvement qui tend à rapprocher le pied du plan médian du corps (pied en adduction).

-Par rapport à l'axe antéropostérieur du pied (ou axe du pied ou axe anatomique) joignant le centre de la 2ème tête métatarsienne au milieu de la tubérosité postérieure du calcanéum et grâce à l'articulation médiotarsienne (Figure 3).



**Figure 3 : mouvements dans le plan frontal [119]**

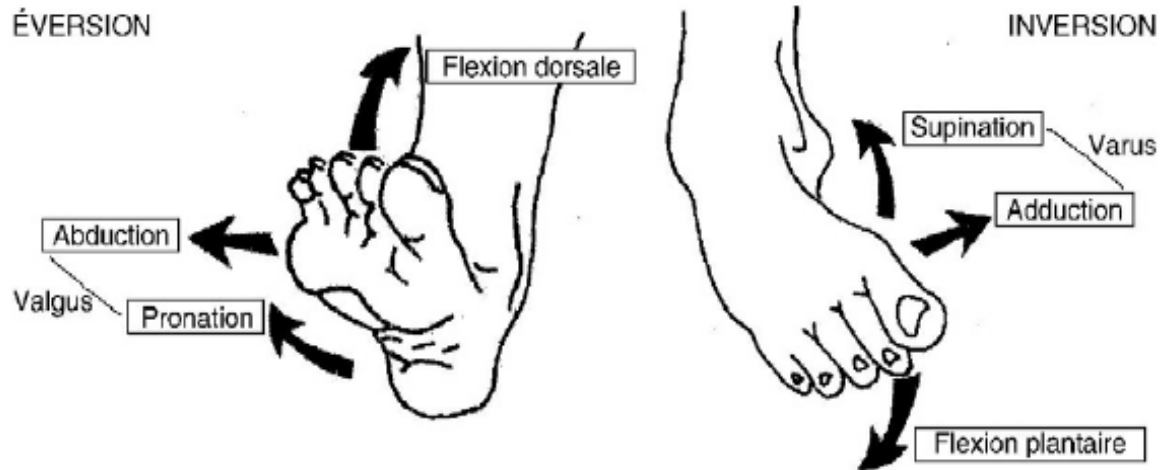
La supination est un mouvement de rotation qui fait regarder la plante du pied en dedans, vers le plan médian du corps.

La pronation est un mouvement de rotation qui fait regarder la plante du pied en dehors.

Tous ces mouvements se combinent pour effectuer des mouvements plus complexes (Figure 4) :

- le varus associe une adduction et une supination ;
- le valgus associe une abduction et une pronation ;
- l'inversion, sorte de rotation globale interne du pied, associe un varus et une flexion plantaire, en décharge ;

- l'éversion, sorte de rotation globale antihoraire du pied, associe un valgus et une flexion dorsale, en décharge.



**Figure 4 : mouvements complexes du pied dans l'espace, en décharge [119].**

L'axe de Henke allant de la partie supéro-médiale du col du talus à la tubérosité latérale du calcanéum détermine les mouvements de torsion en dedans et en dehors.

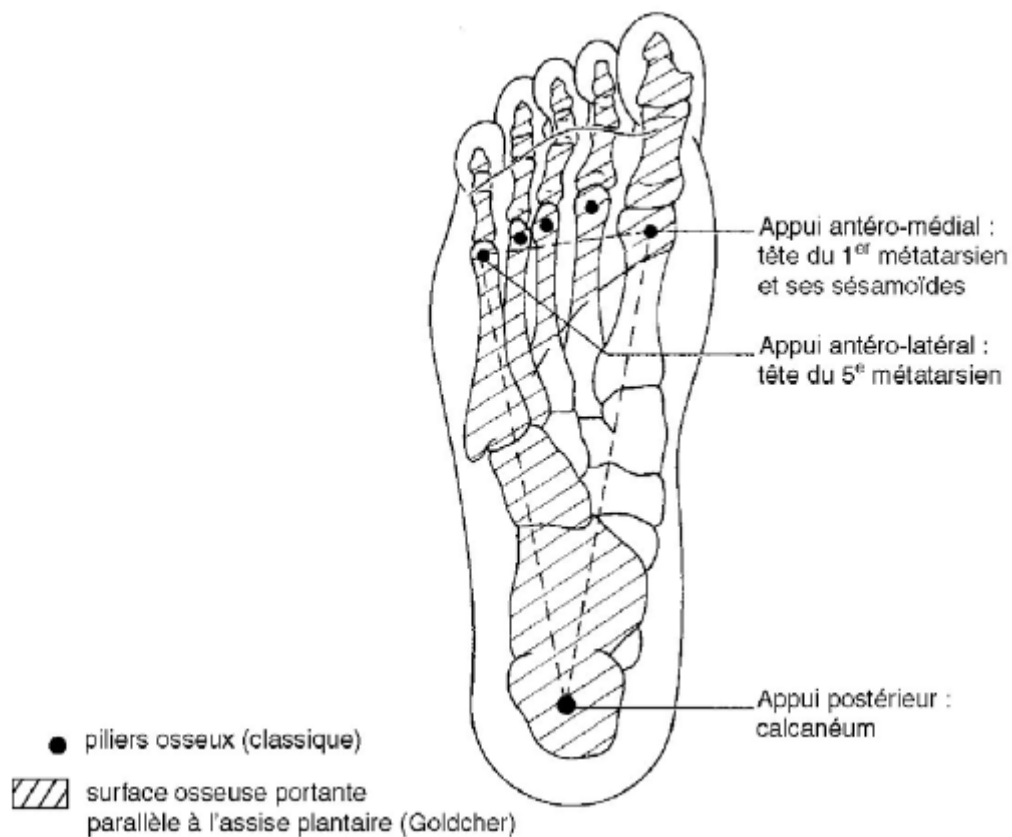
L'axe mécanique (ou barre de torsion) de Hendrix joignant en trois paliers le calcanéum au 2ème métatarsien, est considéré comme une charnière fonctionnelle de référence pour la mécanique globale du pied.

## **2. Pied statique :**

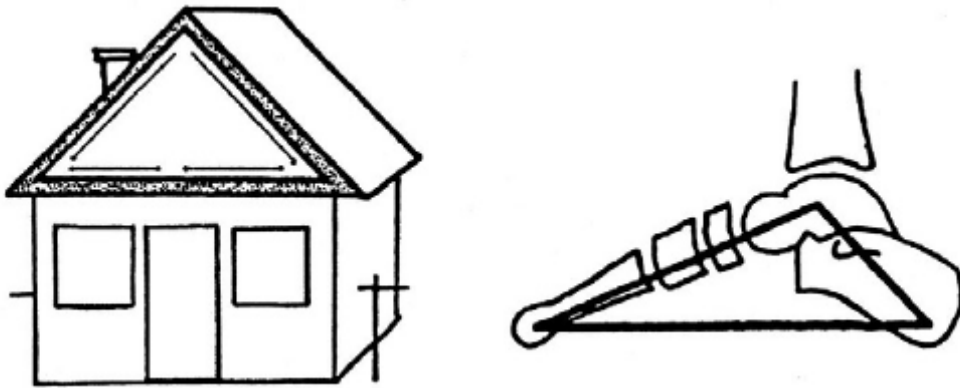
En station debout, le pied normal possède une structure solide et stable, apte à l'équilibration.

Il repose sur une grande surface osseuse, reflétée par l'assise plantaire (Figure 5).

L'architecture du pied permet de résister à la charge grâce à 3 caractéristiques : arches osseuses (longitudinales et transversales), poutre composite (pied composé de 28 petits os) et ferme (structure d'un toit avec deux arbalétriers osseux et un entrait ligamentaire, aponévroses plantaires) (Figure 6) ; ce n'est ni une coupole ni une voûte.



**Figure 5 : conception des appuis osseux [119]**



**Figure 6 : ferme podale de Doncker et Kowalski [119]**

### **3. Pied dynamique :**

La biomécanique du pied est un des mécanismes de haute technicité des plus complexes qui existe sur terre. Son exploration en dynamique est encore incomplète et plusieurs théories tentent de l'expliquer.

Assises plantaires lors d'un pas :

Pour la plupart des individus, l'appui plantaire suit trois phases successives (Figure 7) :

- 1ère : attaque du sol par le talon postérieur (temps taligrade) ;
- 2ème : appui sur les talons postérieur et antérieur et sur le bord latéral du pied, les différentes conceptions divergent sur ce temps plantigrade;
- 3ème : appui sur le talon antérieur seul avec libération progressive de l'appui sur les têtes métatarsiennes de dehors en dedans (temps digitigrade).

À chaque phase du pas, la zone squelettique portante change ainsi que la morphologie du pied.

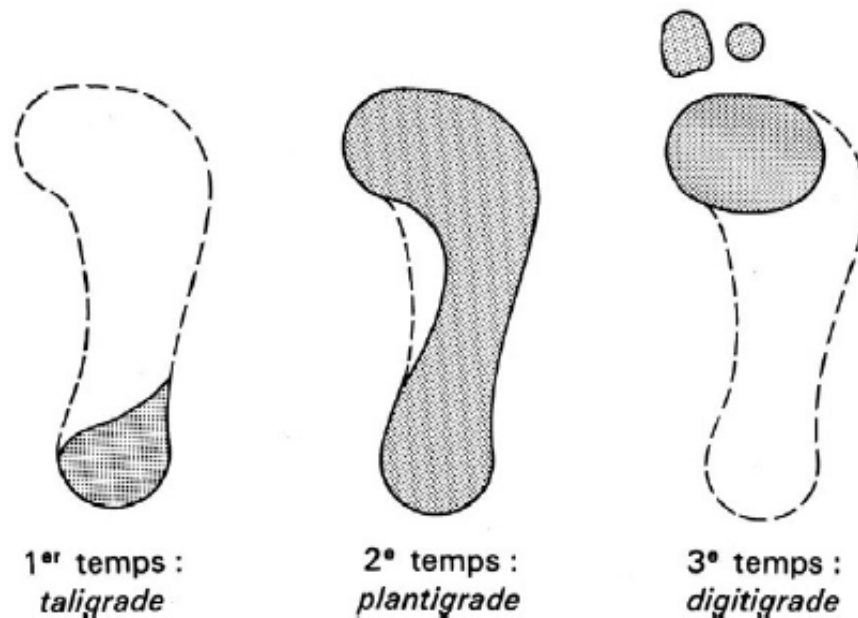


Figure 7 : déroulement de l'appui plantaire lors du pas [119]

#### **4. Biomécanique ostéo-musculaire [119]:**

Différentes théories sont actuellement admises :

- réduction classique du pied à un triangle postérieur (appui, statique), stabilisé transversalement par la disposition osseuse (talus, calcanéum, malléoles) et latéralement par les muscles (tibial postérieur médial, fibulaires latéraux) et à un triangle antérieur (propulsion, dynamique) sous l'influence du système suro-calcaneo-plantaire;

- palette médiane statique (2ème et 3ème rayons) et palettes latérales stabilisatrices;

- pied calcanéen statique et pied talien propulseur;

- remodelage permanent, le pied passant d'une forme « éversée » rigide (capable de stocker de l'énergie) à une forme « inversée » souple, restituant l'énergie emmagasinée à chaque pas ;

- trois unités fonctionnelles avec le talus comme pivot central : une talocalcanéenne de réception, une talo-cuboïdienne de stabilisation et une talo-naviculaire de propulsion.

Au total, le fonctionnement du pied en mouvement selon ces différentes conceptions fait appel à différents mécanismes :

- de mobilisation de chaînons osseux par des systèmes de poulie, de treuil (aponévrose plantaire) et de fronde (P1 des orteils latéraux et sous talienne) ;

- de verrouillage par l'interdépendance des mouvements autour d'axes articulaires multiples et variables avec des couplages de rotation et de translation.

De plus, le pied réagit à différentes inductions de mouvements : rotation jambière (endorotation-éversion, exorotation-inversion), inclinaison du terrain, sortie du pas (M1-éversion, M2M5-inversion), contraction musculaire, etc.

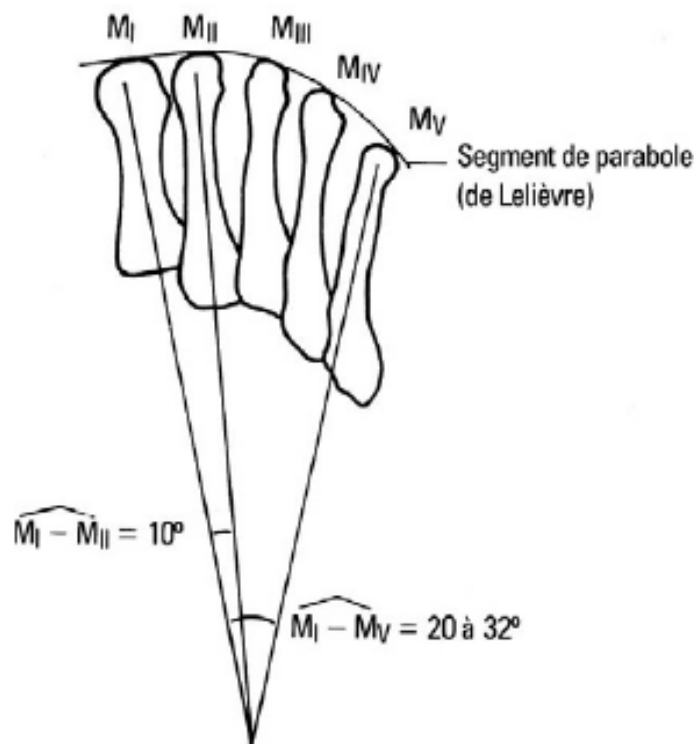
En résumé, le pied fonctionne de façon intégrée à la chaîne cinétique du membre inférieur et des mouvements hélicoïdaux intrinsèques l'autorisent à prendre une morphologie à géométrie adaptative.

## 5. Caractéristiques biomécaniques du pied :

Les cinq métatarsiens, solidarisés par des muscles et des ligaments, forment une palette particulièrement mobile au niveau de leur tête ce qui permet une bonne adaptation aux inégalités du sol.

M2 constitue un axe fixe pour les autres métatarsiens. Un angle d'ouverture de l'éventail métatarsien (MI-MV ; Figure I.8) trop important s'adapte mal aux chaussures de série et favorise les pathologies de frottement et les microtraumatismes répétés en compression.

Lors de la flexion des orteils, l'éventail métatarsien se ferme, lors de leur extension, il s'ouvre. La flexion plantaire de M1 prédomine, M2 reste fixe, M3 et surtout M4 M5 utilisent surtout une dorsiflexion passive.



**Figure 8 : palette métatarsienne [119]**

L'angle d'attaque des métatarsiens par rapport au sol doit être de l'ordre de 17 à 22. Un angle plus grand diminue la surface osseuse portante, augmente la charge aux têtes métatarsiennes et favorise les pathologies de surcharge (métatarsalgie, durillon, griffe).

L'alignement harmonieux des têtes métatarsiennes dans les plans horizontaux et frontaux est indispensable pour un bon équilibre de l'avant-pied en mouvement. Le temps de mise en charge d'une tête est lié à sa position par rapport à la parabole d'alignement. Plus la tête est en avant, plus la durée de la charge est longue et inversement.

Il existe différentes constructions en radiopodométrie, sur un avant-pied de face dorso-plantaire, en charge dans une position standardisée, pour apprécier plus quantitativement cet alignement idéal, en particulier les lignes de Maestro.

En pratique, plus le morphotype métatarsien s'éloigne de ce standard plus il est prédisposé à des métatarsalgies mécaniques. Le premier rayon doit maintenir sa prépondérance dans la dernière phase du pas. L'épaisseur des os du premier rayon et l'appareil sésamoïdien sont adaptés à ce rôle. Si le premier rayon défaille, tout l'avant-pied est désorganisé par dysfonctionnement "insuffisance" du premier rayon.

L'arrière-pied a une structure verticale en porte à faux et l'avant-pied une structure horizontale étalée. Une biomécanique harmonieuse entre ces deux structures permet de répartir uniformément le poids du corps sur le pied en charge. Malgré la variabilité des morphotypes, le trajet des barycentres, le déroulement des appuis, l'ordre de distribution des pressions et l'adaptation à la vitesse de marche semblent relativement identiques chez la plupart des individus.

*MATERIELS  
ET METHODES*



C'est une étude rétrospective portant sur les observations de 5 enfants soit au total 7 pieds hospitalisés pour prise en charge d'un pied convexe congénital, au service de Traumatologie Orthopédie Infantile de l'Hôpital d'Enfants de Rabat (HER) et ceci sur une période de 14 ans de l'année 2000 à 2014.

## **A. Les critères de sélection :**

Nous avons défini les critères de sélection suivants

### ❖ Les critères d'inclusion :

- Les dossiers complets avec un diagnostic de certitude du pied convexe congénital.
- Recul post opératoire d'au moins 24 mois.
- Les patients jamais opérés.

### ❖ Les critères d'exclusion :

- Les patients dont les dossiers sont incomplets.
- Absence de recul ou un recul de moins de 24 mois.
- Malades opérés en dehors du service.

## **B. les observations cliniques :**

- 8 malades ont été hospitalisés pendant cette période mais seulement 5 cas répondent à nos critères de sélection.

**I. Les données épidémiologiques :**

	<b>Sexe</b>	<b>ATCD</b>	<b>Age de diagnostic</b>	<b>Age de L'intervention chirurgicale</b>	<b>Côté de la lésion</b>
Patient 1 <b>EI.</b>	Masculin	Aucun antécédent, PCC idiopathique	3 ans	3 ans	Côté gauche
Patient 2 <b>M.A.B</b>	Masculin	Arthrogrypose Avec dysmorphie faciale et déformations digitales	A la naissance	7ans	Atteinte bilatérale
Patient 3 <b>F.Z</b>	Féminin	Dysraphie spinale	A la naissance	6 ans	Atteinte bilatérale
Patient 4 <b>Ch. N.</b>	Masculin	Aucun antécédent particulier, PCC idiopathique	A la naissance	5 ans	Côté gauche
Patient 5 <b>C.NI.</b>	Féminin	Aucun antécédent particulier	4 ans	5 ans	Côté droit

## II. Clinique

A l'examen clinique nous avons noté la présence des signes cliniques suivants :

	Douleur	Eversion ou talus de l'avant pied	Equin de l'arrière pied	Saillie de la tête astragalienne	Saillie de la grande apophyse calcanéenne	Callosités plantaires	Inversion des arches plantaires	Déformation des chaussures	La mobilité Sous astragalienne et tibiotarsienne	Hypotrophie musculaire du membre atteint
Observation 1	+/_	+	+	+	+	+	+	+	limitée	+
Observation 2	-	+	+	+	+	-	+	-	limitée	+/_
Observation 3	-	+	+	+	+	-	+	-	limitée	+/_
Observation 4	-	+	+	+	+	-	+	-	limitée	+/_
Observation 5	+/_	+	+	+	+	+	+	+	limitée	+

### III. Radiologie standard :

Tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie standard de face et profil en préopératoire :

		Image radiologique de profil				Image radiologique de face	
		Angle tibiotalien <120°	Angle tibioalcanéen 55-90°	Angle M1-talus <60°	Angle talocalcanéen 35-50°	Angle M1-talus -10-30°	Angle talocalcanéen 20-40°
<b>Patient 1</b>	<i>En pré-opératoire</i>	140°	100°	80°	60°	20°	55°
<b>Patient 2</b>	en pré-opératoire	185°	145°	95°	65°	55°	70°
<b>Patient 3</b>	En pré-opératoire	Droit et gauche: 160°	Droit et gauche : 110°	Droit et gauche: 85°	Droit et gauche: 55°	Droit et gauche: 40°	Droit et gauche: 55°
<b>Patient 4</b>	En pré-opératoire	150°	100°	60°	55°	45°	60°
<b>Patient 5</b>	En pré-opératoire	150°	100°	70°	55°	40°	50°

#### **IV. Les examens complémentaires :**

-cette pathologie est associée à des anomalies neurologiques ou génétiques dans 50% des cas d'où la nécessité de demander des examens complémentaires à visée étiologique :

	<u>Radiographies dynamiques</u>	<u>Radiographie standard du rachis et ou du sacrum</u>	<u>Echographie des pieds</u>	<u>Caryotype</u>	<u>Biopsie musculaire</u>	<u>électromyogramme</u>
<u>Observation 1</u>	-	-	-	-	-	-
<u>Observation 2</u>	-	Radiographie de mains demandées devant des anomalies digitales avec radiographie du rachis montrant une scoliose	-	-	-	-
<u>Observation 3</u>	-	Radiographie du rachis dans le cadre d'une dysraphie spinale.	-	-	-	-
<u>Observation 4</u>	-	-	-	-	-	-
<u>Observation 5</u>	-	-	-	-	-	-

## **V. Le traitement :**

### **1. le traitement orthopédique :**

-Le traitement orthopédique est commencé dès la première consultation pour 2 enfants seulement, qui ont bénéficié de plusieurs séances de rééducation fonctionnelle sans immobilisation plâtrée pendant quelques mois mais sans résultats, pour les enfants vus tardivement, sont opérés d'emblée.

### **2. Le traitement chirurgical :**

#### *a) La technique chirurgicale :*

-tous nos patients ont bénéficiés d'un traitement chirurgical avec un moyen d'âge de 4 ans et demi au moment de l'intervention, mais par différents chirurgiens et différentes techniques. L'installation du malade se fait en décubitus dorsal avec un garrot pneumatique à la racine du membre et coussin sous la fesse controlatérale, l'intervention chirurgicale s'est pratiquée sous anesthésie générale.

-les techniques chirurgicales sont détaillées dans le tableau suivant :

	Le traitement orthopédique		Le traitement chirurgical				
	Manipulations	Plâtres correcteurs	Incisions	1 <sup>er</sup> temps	2 <sup>ème</sup> temps	3 <sup>ème</sup> temps	embrochage
<b>Observation 1</b>	<b>Non</b>	<b>Non</b>	<b>3 incisions : interne, externe et postérieure</b>	-Transfert du tibial antérieur sur le col du talus, réduction de la luxation talonaviculaire	-Allongement du tendon d'Achille, capsulotomie tibiotarsienne et sous talienne	-Une capsulotomie calcaneo-cuboidienne avec allongement des tendons fibulaires.	-Embrochage du 1 <sup>er</sup> rayon
<b>Observation 2</b>	<b>Quelques mois sans résultat</b>	<b>Non</b>	<b>3 incisions : un abord postero-médial, antérieur de la cheville et externe.</b>	<u>Côté gauche</u> -Abord postero-médial du pied : réduction de l'articulation talonaviculaire et ténotomie du tendon d'Achille.	-ténotomie de l'extenseur de l'hallux et le long extenseur des orteils et le 3 <sup>ème</sup> fibulaire, et transfert du tibial antérieur sur le col du talus.	-transfert du court fibulaire sur le long fibulaire, capsulotomie calcaneo-cuboidienne.	- Embrochage des 2 articulations talonaviculaire et calcaneo-cuboidienne.

Observation 3	Quelques mois sans résultat	Non	-Pied droit : 2 incisions : une incision latérale tangente au tendon d'Achille Et une incision médiane. -Pied gauche réopéré 4 mois plus tard selon la même technique	-allongement du tendon d'Achille en Z -capsulotomie postérieure de l'articulation tibiotarsienne et sous talienne. -capsulotomie calcaneo-cuboidienne.	-réduction de la luxation talonaviculaire.		-embrochage du 1 <sup>er</sup> rayon.
Observation 4	Non	Non	-2 incisions : antérieur de la cheville et interne	- Abord antérieur : libération du retinaculum de l'extenseur de l'hallux et long extenseur des orteils.	- Ostéotomie de réduction de l'astragale et scaphoïde : insuffisante	-CAT : tarsectomie antérieure avec bonne réduction	- Maintien de la réduction par une broche
Observation 5	Non	Non	2 incisions : interne et postérieure	-Transfert du tibial antérieur sur le col du talus associé à des capsulotomies talo-naviculaire et naviculo-cunéenne. - une naviculectomie.	-Allongement du tendon d'Achille en Z – des capsulotomies sous et sus talienne.		-utilisation de 2 broches divergentes.

- **La fermeture cutanée se fait après lâchage du garrot et hémostase.**
- **immobilisation postopératoire:**

**Dans notre série tous les malades ont bénéficié d'une immobilisation plâtrée en postopératoire par une attelle postérieure pendant 1 semaine à 10 jours puis par un plâtre cruropédieux pendant 2 mois.**

- **Concernant l'ablation des broches :**

**-En cas d'embrochage du premier rayon, l'ablation est réalisée dans le 2ème mois.**

- **Kinésithérapie postopératoire :**

**Dès l'ablation du plâtre tous les malades de notre série, ont été confiés aux kinésithérapeutes pour une rééducation fonctionnelle (passive puis active) , avec mise en place d'une orthèse nocturne.**

***b) Les gestes secondaires :***

Certains de nos patients ont été repris chirurgicalement alors que d'autres sont programmés pour des gestes osseux secondaires détaillés sur le tableau suivant :

	Les gestes osseux secondaires		
	Ostéotomie du calcanéum	Astragalectomie	Arthrodèse astragalo-scaploïdienne
Observation 1	Prévu pour une ostéotomie	—	—
Observation 2	—	Astragalectomie du pied droit à l'âge de 5 ans.	—
Observation 3	—	—	—
Observation 4	—	—	A l'âge de 11ans, avec un intervalle de 6 ans
Observation 5	Prévue pour une ostéotomie	—	—

## **VI. Les résultats :**

Tous nos patient ont été revus en post-operatoire et ont subi un examen clinique avec des photographies, des examens radiographiques avec 2 incidences de face et de profil.

Les résultats du traitement chirurgical ont été analysés avec un recul de moyen de 3 ans (2-6ans)

	<b>Observation 1</b>	<b>Observation 2</b>	<b>Observation 3</b>	<b>Observation 4</b>	<b>Observation 5</b>
<b>Recul</b>	<b>2 ans</b>	<b>2 ans pour le pied droit et 3 ans pour le pied gauche.</b>	<b>2 ans pour les pieds</b>	<b>6 ans</b>	<b>2 ans</b>

**A. Les résultats cliniques :**

	Douleur	Aspect esthétique du pied	Alignement de l'avant pied	Alignement de l'arrière pied	Problèmes cutanés	Aspect de l'arche longitudinale médiale	Protrusion osseuse	Flexion	
								<u>dorsale</u>	<u>Plantaire</u>
<b>Observation 1</b>	Non	Acceptable	Aligné	Valgus	Non	Effacé	Non	+/- limitée	+/- limitée
<b>Observation 2</b>	Occasionnelle	Acceptable	Aligné	Valgus	Non	Effacé	Non	+/- limitée	+/- limitée
<b>Observation 3</b>	Non	Acceptable	Aligné	Valgus	Non	Effacé	Non	+/- limitée	+/- limitée
<b>Observation 4</b>	Non	Acceptable	Aligné	Valgus	Non	Effacé	Non	+/- limitée	+/- limitée
<b>Observation 5</b>	Non	Acceptable	Aligné	Valgus	Non	Effacé	Non	+/- limitée	+/- limitée

**B. Les résultats radiologiques :**

-Une radiographie de face et de profil a été faite chez tous nos patients en post-opératoire :

	Image radiologique de face				Image de profil	
	Angle tibiotalien <120°	Angle tibiocalcanéen 55-90°	Angle M1-talus <60°	Angle talocalcanéen 35-50°	Angle M1- talus -10-30°	Angle talocalcanéen 20-40°
<b>Observation 1</b>	115°	90°	60°	55°	-5°	40°
<b>Observation 2</b>	140°	100°	60°	60°	20°	50°
<b>Observation 3</b>	120°	95°	60°	50°	-5°	45°
<b>Observation 4</b>	115°	95°	45°	55°	5°	30°
<b>Observation 5</b>	100°	85°	60°	50°	-15°	30°

**C. Les complications :**

Plusieurs complications ont été rapportées par la littérature, pour la plupart de nos patients, l'évolution a été marquée par la prédominance des pieds plats valgus.

	<b>Nécrose cutanée</b>	<b>Diminution de la mobilité</b>	<b>hypocorrection</b>	<b>Insuffisance tricpitale</b>	<b>Nécrose avasculaire du talus</b>	<b>Douleur résiduelle</b>	<b>Récidive</b>
<b>Observation 1</b>	-	+	-	-	-	-	-
<b>Observation 2</b>	-	+	+	-	-	-	-
<b>Observation 3</b>	-	+	+	-	-	-	-
<b>Observation 4</b>	-	+	+	-	-	-	-
<b>Observation 5</b>	-	+	-	+	-	-	-

**D. L'évaluation des résultats :**

Nous avons utilisé plusieurs scores pour évaluer les résultats :

	<b>Score de Kodros et Dias</b>	<b>Score d'ADELAAR</b>	<b>Score de l'AOFAS</b>	<b>Questionnaire de PONSETI et LAAVEG</b>
<b>Observation 1</b>	13/17 : moyen	7/9 BON	71/100	58 POINTS
<b>Observation 2</b>	10/17 : mauvais	5/9 MOYEN	61/100	Non fait
<b>Observation 3</b>	11/17 : moyen	6/9 MOYEN	71/100	Non fait
<b>Observation 4</b>	12/17 : moyen	6/9 MOYEN	71/100	Non fait
<b>Observation 5</b>	13/17 : moyen	7/9 BON	71/100	58 points

**VII. Iconographie :**

**A. Observation n° 1 :**



**Figure 1 : photographies du pied gauche du patient 1 en pré-opératoire montrant les 3 incisions**



**Figure 2 : radiographie standard du profil du patient 1 en pré-opératoire**



**Figure 3 : photographies du pied du patient 1 en post-operaire montrant un pied plat valgus**



**Figure 4 : radiographie standard de profil du patient 1 en post-operaire**

**B. Observation n° 5 :**



**Figure 5 : radiographie standard de profil du patient 5 en pré-opératoire**



**Figure 6 : photographie du côté médial pied gauche du patient 5 en post-opératoire montrant un pied plat valgus**



**Figure 7 : photographie des 2 pieds du patient 5 en post-opératoire montrant un pied plat valgus gauche**



**Figure 8 : radiographie standard de profil du patient 5 en post-opératoire**



**Figure 9 : radiographie standard de profil du patient 5 en post-opératoire**



*DISCUSSION*

## **I. Aspects épidémiologiques :**

### **A. Fréquence :**

Le pied convexe est une pathologie rare puisqu'il ne représente qu'environ 2% des déformations congénitales graves du pied qui justifient un traitement chirurgical précoce.

L'incidence du pied convexe congénital est  $< 1\%$  de toutes les naissances vivantes [2].

Osmond - Clarke ont rapporté une incidence de 0,76% chez les nourrissons atteints de malformations du pied. [3]

En 131 nourrissons avec des déformations des pieds, les enquêtes ont noté 121 pieds bots, 10 pieds plats, et 1 pied convexe congénital. [3]

Buchanan et Greer ont rapporté une incidence de 0,064 % du talus vertical dans 22 000 enfants. [3]

Jacobsen et Crawford [1] ont rapporté que le pied convexe congénital représente moins de 4% de toutes les déformations du pied. Un talus vertical constitue 10 % des déformations du pied dans la myéломéningocèle.

Selon une étude faite par Ayadi 2007 sur une période de 6 ans, 14 PCC ont été opérés au service de chirurgie orthopédique et de traumatologie CHU Habib Bourguiba, Tunisie. [5]

Entre 1968 et 1984 (16 ans) 23 enfants ont été opérés pour PCC à l'institut d'orthopédie et de réhabilitation de Pologne. [6]

✚ Dans notre série : pendant 14 ans (2000 à 2014) seulement 8 patients ont été hospitalisés pour un pied convexe congénital au service de traumatologie orthopédique infantile à l'hôpital d'enfants de rabat.

### **B. Sexe :**

Il semble y avoir une répartition égale entre les deux sexes, bien que certains auteurs aient noté que le pied convexe congénital est plus fréquent chez les garçons. [3]

-Merrill et al. [87] rapportent une prédominance masculine avec sexe ratio de 2:1 ainsi que Badelon et Coll. [7] avec 35 garçons et 16 filles.

-Napiontek [6] sur un groupe de 23 enfants trouve un pied convexe chez 65.2% de garçons et 34.8% de filles.

-Raab et al. [8] notaient 80% de pied convexe chez des garçons et 20% chez des filles dans sa série de 10 enfants.

Pourtant Ayadi [5] et Ramanoudjane [9] n'ont pas noté cette prédominance.

**-Nous avons noté une prédominance masculine avec 3 garçons et 2 filles.**

### **C. Ethnie :**

Une étude a été faite par Merrill et al. [87] sur 61 patients soit un total de 101 pieds, rapporte une prédominance de la race blanche de 72%,

Comme elle représente 90% des cas de vertical talus familial.

<b>Ethnie</b>	Toute la population	Population excluding those without clubfoot	Vertical talus familial
<b>Blanc</b>	44/61 (72%)	38/51 (74%)	18/20 (90%)
<b>Africain-américain</b>	10/61 (17%)	8/51 (16%)	1/20 (5%)
<b>Asiatique</b>	5/61 (8%)	3/51 (6%)	1/20 (5%)
<b>Autres</b>	2/61 (3%)	2/51 (4%)	0/20 (0%)

**Tableau 1 : le pourcentage du pied convexe congénital chez différentes races. [87]**

 **Dans notre série : notre étude n'intéresse qu'une seule ethnie.**

#### **D. L'âge de diagnostic :**

Dépend du degré de la déformation, les formes sévères sont diagnostiquées à la naissance, par contre, dans les formes modérées le diagnostic peut être retardé jusqu'à l'âge de la marche.

Dans une étude réalisée par Raab et Krauspe [8] l'âge de diagnostic variait entre 2 et 15 mois, l'âge moyen était de 7mois, pourtant que Ramanoujdane [9], rapportait que 22.7 % des cas étaient diagnostiqués à la naissance et soit 77.2 % au cours des 2 premières années dans sa série de 22 enfants.

Le diagnostic prénatal est aussi possible grâce à l'échographie qui joue un rôle majeur dans le dépistage des anomalies fœtales. Cependant, elle est encore insuffisamment développé ce qui la rend peu utilisé en pratique quotidienne.

✚ Dans notre série :

**Le diagnostic a été fait à la naissance dans 3 cas (soit 60%) alors que les 2 autres cas ont été vus tardivement entre 3 et 4 ans.**

### **E. Le côté de la lésion :**

Le pied convexe congénital est bilatéral dans environ 50% des cas [15], pourtant Duncan rapporte 71% de cas bilatéraux [10].

Le côté droit est plus touché que le côté gauche pour certains auteurs [12] alors que d'autres rapportent une répartition équivalente entre les 2 côtés.

En cas de pied convexe congénital unilatéral, le pied controlatéral est exceptionnellement normal, souvent plat valgus ou varus équin. [11, 68]

-Badelon et coll. [7] rapportent une prédominance de l'atteinte unilatérale avec 20 cas bilatéraux et 31 cas unilatéraux dont 19 pieds droits et 12 pieds gauches.

Le pied opposé a été jugé normal seulement chez deux enfants. Dans tous les autres cas, le pied opposé était déformé 16 fois en pied plat ou talus valgus, 7 fois en pied varus équin, 3 fois en pied creux valgus, 1 fois en pied équin, et 1 fois en métatarses varus, avec atrophie de la partie antérieure du pied dans un cas d'arthrogrypose.

-cependant, une prédominance de l'atteinte bilatérale a été notée par Chalayon [57] avec 10 cas bilatéraux et 5 unilatéraux gauches ainsi que par Merrill et al. [87] dont 66% des cas étaient bilatéraux et 34% unilatéraux avec 7 pieds droits et 14 pieds gauches.

- pour Napiontek [6] le pied convexe congénital était bilatéral dans presque 50% des cas avec 12 cas unilatéraux et 11 cas bilatéraux.

 **Dans notre série :**

**-2 patients étaient porteurs d'un pied convexe bilatéral et les 3 autres avaient une atteinte unilatérale dont deux gauches et une droite.**

**F. Les cas familiaux :**

Le pied convexe congénital est isolé dans la plupart des cas, certains auteurs rapportent des cas similaires dans la famille :

En 1928 Aschner rapportait le cas d'un pied convexe chez le père et le fils, Lamy et Weissman citent en 1939 un cas survenant chez deux frères, Armknecht chez jumeaux, Kite en 1951 chez deux sœurs, en 1976 Robin rapporte un cas de pied convexe congénital chez une mère et sa fille.

En 1999, Duncan [10] rapporte un cas de vertical talus bilatéral chez un enfant et son père.

 **Dans notre série :**

**Aucun cas similaire n'a été retrouvé dans la famille.**

## **II. Etiopathogénie :**

Dans la majorité des cas, l'étiologie exacte du pied convexe congénital reste inconnue.

Les théories incluent une pression accrue intra-utérine ou un arrêt dans le développement fœtal survenant entre la 7<sup>e</sup> et la 12<sup>e</sup> semaine de gestation [30, 113].

Approximativement, le PCC est isolé dans la moitié des cas et associé à des affections neurologiques, des anomalies génétiques, ou des syndromes polymalformatifs dans les autres cas. [15, 16, 10,17].

Cependant, Les anomalies neurologiques peuvent être divisées en 2 catégories : les anomalies congénitales du système nerveux central et les anomalies neuromusculaires.

Le tableau suivant représente les étiologies les plus fréquentes :

<b>Les anomalies du système nerveux central</b>	<b>Anomalies neuromusculaires</b>	<b>Anomalies génétiques</b> [37, 81, 82]	<b>Les syndromes polymalformatifs</b> [85, 97].
Myéloméningocèle Agénésie sacrée diastématomyélie	Arthrogrypose Neurofibromatose Amyotrophie spinale	Trisomie 18 Trisomie 13 Trisomie 15 Trisomie 21	syndromes de Bartsy sd. Freeman Sheldon, syndrome de Costello sd. Rasmussen

❖ **De nombreuses hypothèses ont été retrouvées :**

**1. Une hypothèse génétique :**

-devant la présence d'une histoire familiale positive dans 12- 20% des cas isolés [29, 31], une étiologie génétique semblait probable. Chez ces personnes la déformation se transmet selon un mode autosomique dominant avec expression variable et une pénétrance incomplète [12,13].

- Grâce à l'étude de plusieurs familles, une mutation dans le gène HOXD10 [31] a été retrouvée chez 6 individus de la même famille atteints du pied convexe congénital isolé, ainsi que chez les membres d'une famille atteints du pied convexe et de la maladie de Charcot–Marie-tooth [112]. Le même gène a été étudié chez 16 patients atteints de PCC idiopathique mais aucune mutation

n'a été retrouvée suggérant qu'il n'a pas de mutation génétique spécifique responsable de tous les cas de pied convexe congénital [86], l'étiologie est probablement hétérogène.

Cela a conduit à l'étude d'autres gènes candidats pour vertical talus ce qui a conduit à la découverte d'une nouvelle mutation dans le gène GDF5 [32, 83] chez certains patients.

-Le mécanisme génétique n'est pas encore connu. Car seul ne peut pas expliquer la survenue du pied convexe, elle ne permet pas également d'expliquer l'atteinte unilatérale, alors que les anomalies morphologiques à transmission génétique sont habituellement bilatérales et symétriques.

## **2. L'hypothèse neuromusculaire :**

Les anomalies congénitales du système nerveux central les plus souvent associées au talus vertical sont : la myéломéningocèle, agénésie sacrée, et la diastométomyélie.

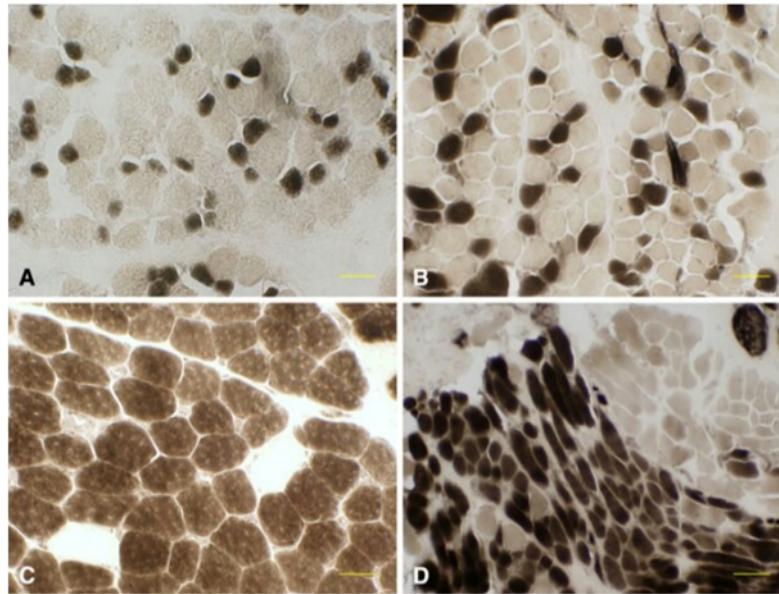
10% des enfants atteints de la myéломéningocèle sont porteurs du pied convexe congénital [84].

Pour les anomalies neuromusculaires sont dominés surtout par: l'arthrogrypose, l'amyotrophie spinale et la neurofibromatose.

Ces associations sont expliquées par un déséquilibre musculaire secondaire à la faiblesse du tibial postérieur dans une part [84, 111] ou à la faiblesse des muscles intrinsèques dans autre part [17].

Cette hypothèse est étayée par le pourcentage élevé de biopsies musculaires anormales effectuées par **Merrill et al.** [87] chez 11 patients portant cette déformation.

Des altérations des fibres musculaires avec une atrophie des fibres de type I ont été retrouvées dans le muscle abducteur de l'hallux.



**Figure 10 : Biopsie musculaire de l'abducteur de l'hallux chez des patients atteints du pied convexe congénital ; fibres de type I : tâche sombre et type II tâche claire.**

L'examen histologique montre : (A) atrophie des fibres musculaires de type I chez un nourrisson de 7 mois, (B) variation anormale de la taille des fibres chez un nourrisson de 11 semaines, (C) prédominance des fibres de types I (>90%) chez un enfant de 2 ans et 4 mois, et (D) le type de groupement des fibres caractéristique d'une lésion nerveuse avec reinnervation chez un enfant de 4 ans avec myéloméningocèle la perte de la mosaïque normale des fibres musculaires type I regroupés dans la partie inférieure gauche et type II en haut à droite [87].

### **3. L'hypothèse vasculaire :**

Un déficit vasculaire congénital au niveau des extrémités inférieures a également été proposé comme une cause du vertical talus basé sur les résultats de l'angiographie par résonance magnétique qui ont démontré une déficience congénitale des artères des extrémités inférieures d'un groupe de patients avec pied convexe congenital.

A partir des dissections cadavériques , la fréquence de l'absence ou de la réduction du calibre des artères de la jambe chez un sujet normal varie de 2,4% ( 4/165 ) à 7,1% ( 88/1239 ) pour l'artère tibiale antérieure et de 4,9 % ( 24/486 ) à 8,4 % ( 32 / 380 ) pour l' artère tibiale postérieure [89 ].

Deux études distinctes ont démontré que tous les patients (de la série) avec pied convexe présentent une artère tibiale postérieure absente ou de calibre totalement réduit à l'artériographie, (07/07 [96] et 01/01 [90]).

Des recherches antérieures ont démontré une forte corrélation entre l'absence de l'artère tibiale antérieure et le pied bot et entre l'absence de l'artère tibiale postérieure et le PCC [90, 91, 92, 93, 94,95, 96].

Mais cette corrélation n'est pas tenue pour vrai, car **Kruse et al. [88]** rapportent, lors de leur étude, 2 cas associant un pied convexe à un pied bot, le premier présente une absence bilatérale des 2 artères tibiales antérieures alors que le 2<sup>ème</sup> présente une absence bilatérale des 2 artères tibiales postérieures à l'angiographie par résonance magnétique.

L'association des 2 déformations chez un seul patient combinée aux résultats de l'angiographie soulève la possibilité que le pied bot et le pied convexe congénital soient différentes expressions phénotypiques du même processus étiologique.

Par conséquent, il est probable, que la réduction du nombre de vaisseaux alimentant le membre inférieur risque de développer un pied bot ou vertical talus.



**Figure 11 : Angiographie par résonance magnétique des extrémités inférieures du patient 1 avec un pied bot droit et un pied convexe gauche : l'artère tibiale antérieure est absente sur le côté gauche et atrophiée sur le côté droit [88].**

- Flèche étroite = artère tibiale postérieure
- Flèche large = artère tibiale antérieure
- Large flèche triangulaire = artère péronière



**Figure 12 : Angiographie par résonance magnétique des membres inférieurs du patient 2 présentant un pied bot droit et un pied convexe gauche : artère tibiale antérieure absente sur le côté droit et atrophiée sur le côté gauche [88].**

- Flèche étroite =artère tibiale postérieure
- Flèche large=artère tibiale antérieure
- Flèche triangulaire large=artère péronière.

HAMANISHI [19] a proposé une classification basée sur l'étude de 69 cas de PCC

TYPE 1	Vertical talus associé à des anomalies de la colonne vertébrale.
TYPE 2	Vertical talus associé à des troubles neuromusculaires.
TYPE 3	Vertical talus associé à un syndrome malformatif.
TYPE 4	Vertical talus associé à des anomalies chromosomiques.
TYPE 5	Vertical talus idiopathique : 5A : résultant d'un trouble intra-utérin. 5B : avec dysmorphie digito-astragalienn 5C : avec un vertical talus chez un parent proche. 5D : n'est associé à aucune autre anomalie squelettique ou composante génétique.

Dans la littérature plusieurs associations ont été rapportées :

- **Duncan [10]** : parmi 7 enfants, 3 enfants (soit 42.8 %) avaient une malformation associée : -un cas portant une délétion du chromosome 18  
-un cas présentant un syndrome de pierre robin+cardiopathie congénitale  
-un cas présentant une absence congénitale bilatérale des tendons extenseurs des mains.

Alors que les 4 autres (soit 57.1%) avaient un pied convexe isolé, idiopathique.

- **Napiontek [6]** : parmi 23 enfants, 13 cas (soit 56.5%) avaient un pied convexe idiopathique et 10 cas (soit 43.4 %) se présentant avec des anomalies associées :

ANOMALIES	NOMBRE DE PATIENT
-luxation congénitale de la hanche.	2
-metatarsus adductus.	1
-scoliose congénitale avec radiculopathie lombosacrée et incontinence sphinctérienne.	1
-Myélodysplasie	
-arthrogrypose avec luxation de la hanche.	2
-absence du réflexe calcanéen.	1
-Retard mental avec perturbation de l'équilibre.	1
-sourd muet	1
	1

• **Ramanoudjane [9]**: notait lors de son étude 49% des cas (15pieds) étaient idiopathiques et 51% des cas (16 pieds) avaient des anomalies associées : -7 cas présentant une arthrogrypose.

- 2 cas portant une dysgraphie spinale.

-1 cas présentant syndrome polymalformatif.

-6 cas avec des troubles neurologiques non identifiés.

• Par contre l'étude de **Ayadi [5]** : ne rapporte que des cas secondaires (7 cas) : 3 enfants présentant une arthrogrypose, 3 cas portant des syndromes polymalformatif et 1 cas avec une diastométomyélie.

**✚ Dans notre série : 3 enfants avaient un pied convexe congénital idiopathique et les autres 2 cas présentant un pied convexe congénital associé. 1<sup>er</sup> cas était secondaire à une arthrogrypose alors que le 2<sup>ème</sup> cas était secondaire à une dysgraphie spinale.**

### **III. Diagnostic clinique du pied convexe congénital : [18,28]**

#### **1) Examen des pieds :**

##### ❖ L'aspect normal des pieds à la naissance :

A l'inspection : Les 2 pieds sont symétriques, spontanément en flexion dorsale mais ils peuvent être aussi en léger équin réductible.

À La palpation : Ces attitudes se corrigent facilement.

##### ❖ Le PCC chez le nouveau né :

Dans les cas sévères le diagnostic se fait à la naissance, lorsque le pied est déformé en « piolet » avec l'arrière-pied complètement en équin alors que l'avant-pied en talus (est relevé sur la face antérieure de la jambe) avec une convexité de la face plantaire.

L'avant-pied est souvent en éversion mais parfois peut être en varus, neutre ou en inversion

A la palpation : Il existe une saillie nette de la tête du talus dans la partie médiale de la plante, et parfois aussi une saillie de la grande apophyse du calcanéum dans la partie latérale de la plante. Il existe toujours une saillie postérieure de la tubérosité calcanéenne, caractéristique du PCC.

La saillie de la tête astragaliennne à la face plantaire ne change pas malgré la flexion plantaire, il faut en conclure, que dans le cas d'un vrai PCC, une manipulation passive ne fait pas bouger la dislocation astragalo-scaphoïdienne ou talonaviculaire.

Malgré le caractère irréductible de la luxation médio-tarsienne, il existe une curieuse mobilité en charnière entre l'avant pied et l'arrière, donnant l'illusion de restituer la voûte plantaire. Cette mobilité anormale, liée à la désolidarisation entre l'avant pied et l'arrière pied, peut être considérée comme un signe fidèle du PCC et peut être vérifiée à la radiographie.

Dans la très grande majorité des cas, la luxation médiotarsienne est irréductible mais le degré d'irréductibilité est variable d'un pied à l'autre.

À l'exception des formes graves, il est reconnu que le diagnostic à la naissance est souvent difficile, et cela est dû au fait que les critères usuels du diagnostic sont inadéquats.

L'équin de l'astragale ou talus n'est pas toujours irréductible chez le nouveau né.

L'arrière pied peut ne pas être en équin absolu dans un PCC chez un nouveau né.

La luxation astragalo-scaphoïdienne est d'un degré variable et n'est toujours totalement irréductible



**Figure 13 : photographie d'un pied convexe chez un nouveau né [139].**

❖ Chez le nourrisson :

Le diagnostic devient plus facile : le pied s'est modelé et l'aspect convexe de la plante est plus évident.



**Figure 14 : aspect clinique de la plante du pied montrant l'abduction de l'avant pied [140]**

❖ A l'âge de la marche :

Le pied s'est affiné et le diagnostic devient facile, surtout après l'acquisition de la marche qui accentue et fixe les déformations.

L'inversion des arches plantaires est frappante ; il n'y a peu de mobilité dans la tibiotarsienne et la sous astragalienne est souvent raide. Seul l'avant pied reste relativement souple.

Ainsi que la présence de callosités plantaires en regard de la tête astragalienne.



**Figure 15 : aspect clinique du pied convexe chez le nourrisson [5]**

❖ Chez des enfants plus âgés, on peut mettre en évidence une dépression en avant de l'articulation tibiotarsienne (le col de l'astragale bascule vers le bas et la luxation dorsale du scaphoïde sur ce dernier), qui persiste malgré une flexion plantaire forcée.



**Figure 16 : Photographie d'un pied convexe bilatéral chez le grand enfant**

## **2) Examen musculo-ligamentaire :**

Les releveurs du pied en avant, le triceps en arrière et les péroniers en latéral sont rétractés alors que les petits muscles de la plante et les structures aponévrotiques plantaires sont distendus.

Le pied atteint est plus petit que son homologue, et le mollet est légèrement atrophié.

## **3) Examen général :**

- Un examen orthopédique :

Examen de la colonne vertébrale et toutes les articulations, notamment les hanches (la luxation congénitale), et les genoux (genou recurvatum).

- Une évaluation neurologique complète :

Afin de rechercher des déformations secondaires à une affection neurologique ou neuromusculaire (arthrogrypose, myéloméningocèle, myopathie...).

 **Dans notre série :**

- l'examen clinique du pied a noté la présence d'un pied convexe d'aspect classique, avec des malformations associées chez 2 enfants : le 1<sup>er</sup> cas présente une dépression lombosacrée avec absence du sacrum confirmée par la radiographie standard du rachis entrant dans le cadre d'une dysgraphie spinale. Alors que le 2<sup>ème</sup> cas présente une dysmorphie faciale avec des anomalies digitales et une discrète scoliose entrant dans le cadre d'une arthrogrypose.

#### **IV. Diagnostic différentiel :**

Il convient d'éliminer deux diagnostics différentiels du pied convexe congénital :

-le pied calcanéovalgus et le pied calcaneus direct.

-Le pied calcaneus (anciennement « pied talus »), qu'il soit direct ou en valgus, est une anomalie congénitale assez fréquente et bénigne [24 ,25]. La nouvelle dénomination (« calcaneus ») est préférable à l'ancienne, car il s'agit de la terminologie internationale. Le diagnostic de pied calcaneus est parfois porté par excès par méconnaissance d'un authentique pied convexe congénital.

-Dans le pied calcaneus ou calcanéovalgus, le pied lui-même est normal et il n'y a pas de subluxation ni de luxation médiotarsienne, car la dorsiflexion importante est située dans l'articulation talocrurale, comme le confirment les radiographies en dorsiflexion et en flexion plantaire de la cheville [15].

### **1. Le pied calcaneus direct :**

Il est caractérisé par un excès de dorsiflexion de l'articulation talocrurale et une insuffisance de flexion plantaire. Le triceps est distendu et peu efficace à la naissance, alors que les muscles releveurs (extenseurs et tibial antérieur) sont bien actifs et plus ou moins rétractés. Leurs tendons sont visibles sous la peau lorsqu'on essaye de porter le pied en flexion plantaire.

La forme du pied est conservée, et en particulier le calcaneus est bien solidaire du médio-avant-pied dans les mouvements de dorsiflexion et de flexion plantaire.

Ces signes cliniques permettent déjà de distinguer cette anomalie du pied convexe congénital (figure 18).

La radiographie de profil en flexion dorsale maximale montre comme seule anomalie une diminution de l'angle tibiotalien (nettement inférieur à 90°) en rapport avec une adaptation-déformation du col du talus et du rebord antérieur de l'épiphyse tibiale [15].



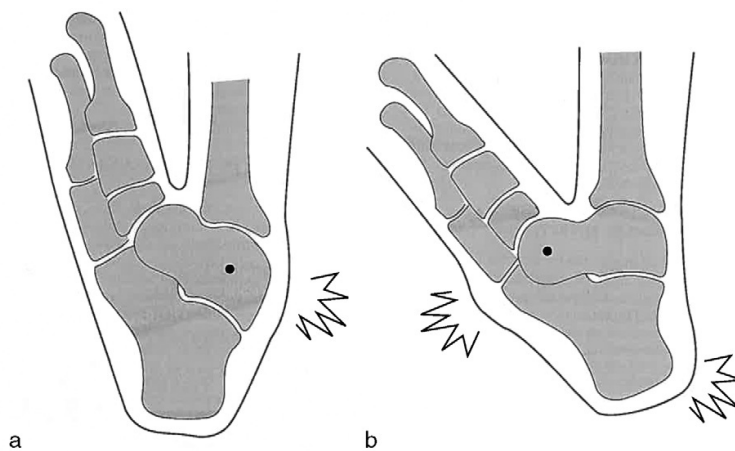
**Figure 17 : vue médiale du pied calcaneus direct [141].**

## **2. Le pied calcanéovalgus :**

Il s'agit, en réalité, d'une variante de l'anomalie précédente : la plante du pied, au lieu de regarder directement en avant comme dans le pied calcaneus direct, regarde en dehors. L'origine du valgus peut exceptionnellement résider dans l'articulation sous-talienne [26] ; plus souvent, c'est l'orientation oblique en bas et en dehors de l'axe bimalléolaire qui l'explique.

La sémiologie clinique est identique à celle du pied calcaneus direct, et le problème diagnostique est exactement le même : il ne faut pas le confondre avec un pied convexe congénital.

L'évolution du pied calcanéovalgus a longtemps été considérée comme moins favorable que pour le pied calcaneus direct, avec un risque de développement d'un pied plat valgus avec la croissance. En réalité, dans un travail prospectif portant sur 2 400 nouveau-nés, Widhe a montré qu'il n'y avait jamais d'évolution vers le pied plat valgus, puisqu'il a pu revoir tout ses cas à l'âge de 16 ans, c'est-à-dire en fin de croissance [27].



**Figure 18. Différences entre pied calcaneus (ou calcanéovalgus) et pied convexe congénital.**

- a. Pied calcaneus : architecture conservée du pied, saillie postérieure du corps du talus, angle tibiotalien inférieur à 70°.
- b. Pied convexe congénital : convexité du pied avec saillie plantaire de la tête du talus, saillie postérieure de la grosse tubérosité calcanéenne, angle tibiotalien supérieur à 90°.

## **V. Les explorations radiologiques :**

### **A. La radiographie standard et dynamique :**

Elle comporte quatre clichés : deux incidences de profil, l'une en dorsiflexion maximale, l'autre en flexion plantaire, et deux incidences de face, l'une dorsoplantaire du pied et l'autre de face de la cheville. La difficulté, dans les premières années et en particulier à la naissance, est liée au fait que le noyau d'ossification de l'os naviculaire n'est pas visible ; pourtant, il faut affirmer à la fois la luxation talonaviculaire et son caractère irréductible. En réalité, l'os naviculaire est situé dans le prolongement du 1er métatarsien et sur une incidence de profil, il se projette également dans le même alignement que le noyau d'ossification du cunéiforme latéral ; ainsi, l'étude des axes longitudinaux du 1er métatarsien et du talus sur les radiographies de profil permet de résoudre la difficulté. C'est seulement lorsque le noyau d'ossification du talus, en cas d'immaturation osseuse, est sphérique voire absent que cette étude est impossible et souligne alors l'intérêt d'une analyse échographique.

En pré-opératoire elle permet de déterminer le siège des articulations touchées et le degré des raideurs ainsi qu'une orientation thérapeutique.

En per-opératoire elle permet le contrôle d'une bonne correction.

En post-opératoire immédiat elle permet de s'assurer de la bonne position du pied dans le plâtre.

A long terme elle permet d'apprécier l'efficacité du traitement et de surveiller l'évolution en représentant un document objectif pour juger l'évolution favorable ou compliquée du PCC et peuvent être répétées en cours de traitement.

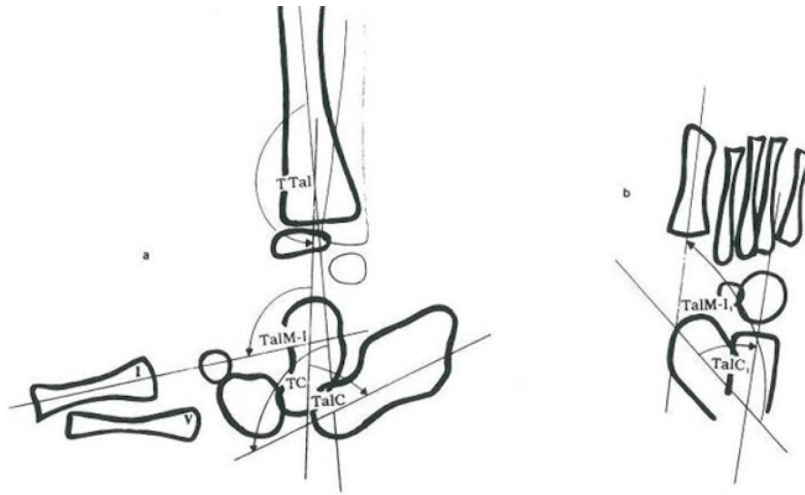
## **1. L'incidence de profil en flexion dorsale:**

- Dans la position en dorsiflexion, la luxation médiotarsienne est exagérée et la rupture entre l'avant-pied et l'arrière-pied est manifeste, avec un angle très augmenté entre l'axe longitudinal du talus et celui du 1er métatarsien (cet angle peut dépasser 90°).

- Angle tibiotalien : cet angle permet d'évaluer le degré de verticalité du talus, dans certains cas, le talus est vertical ou presque, c'est-à-dire que son axe est parallèle à celui de l'axe longitudinal du tibia, et surtout il est perpendiculaire à la plante du pied. Dans d'autres cas, il est seulement oblique et en avant. L'évaluation de l'angle tibiotalien sur l'incidence de profil en dorsiflexion a une valeur pronostique et permet de classer les PCC en trois formes de gravité croissante : forme modérée (90 à 109°), forme intermédiaire (110 à 145°) et forme sévère (> 145°).

- Angle tibiocalcanéen : permet d'évaluer le degré d'équin de l'arrière pied, le calcanéum est en équin et dans certains cas, l'angle tibiocalcanéen en dorsiflexion est seulement de 90°, voire légèrement inférieur à la naissance : ceci souligne que l'équin de l'arrière-pied peut être discret à la naissance.

- Divergence talocalcanéenne : cet angle est habituellement dans les limites de la normale.



**Figure 19 : Les différents angles sur une vue de profil (a) et une vue antéropostérieure (b) [6].**

- TTal: angle tibiotarsien.
- TalM1: angle talus 1<sup>er</sup> métatarsien
- TC: angle tibio-calcanéen.
- TalC: angle talo-calcanéen

## **2. L'incidence de profil en flexion plantaire :**

- cette incidence est essentielle pour confirmer l'irréductibilité de la luxation médiotarsienne : l'axe de M1 reste au-dessus de l'axe longitudinal du talus ; parfois, il est parallèle, parfois il est oblique et dirigé vers le col ou la partie supérieure de la tête du talus. En cas de luxation ou subluxation calcanéocuboïdienne, le noyau du cuboïde reste au-dessus de la ligne marquant le bord inférieur du calcaneum.

**Pour confirmer la luxation médiotarsienne, il faut étudier les 2 arches longitudinales sur les clichés dynamiques de profil :**

-arche interne : axe du 1<sup>er</sup> métatarsien et axe astragalien avec valeur du signe de la baïonnette.

La position du scaphoïde (naviculaire) cartilagineux peut être déterminé en traçant l'axe longitudinal du 1<sup>er</sup> métatarsien. Dans le PCC en flexion plantaire forcée cet axe vient derrière la tête astragalienne alors que dans un pied normal celui-ci coupe la tête de l'astragale.

Dans un pied normal, l'axe longitudinal de l'astragale passe par la moitié inférieure du cuboïde alors que dans le PCC il passe sous et derrière le cuboïde et parfois coupe la partie antérieure du calcanéum ou passe très proche de son bord antérieur.

-arche externe : valeur de la ligne inférieure du calcanéum qui non seulement ne coupe pas le noyau cuboïdien mais passe nettement au dessous de lui sur le cliché en flexion dorsale.

**Figure 20 : radiographies « dynamiques » de profil en flexion dorsale et en flexion plantaire permettant de faire le diagnostic de luxation irréductible talonaviculaire**



### **3. Incidences radiologiques de face :**

• Incidence dorsoplantaire de face: l'angle talocalcanéen mesuré sur cette radiographie est habituellement considéré comme augmenté dans le pied convexe congénital. En réalité, il y a une erreur dans l'interprétation de cet angle car, lorsque le talus est vertical sur une radiographie de profil, il est en vue axiale sur l'incidence de face ; ainsi, l'axe longitudinal dessiné sur le noyau d'ossification du talus sur une vue de face est en réalité son axe transversal, et la divergence talocalcanéenne est surestimée de façon erronée [20].

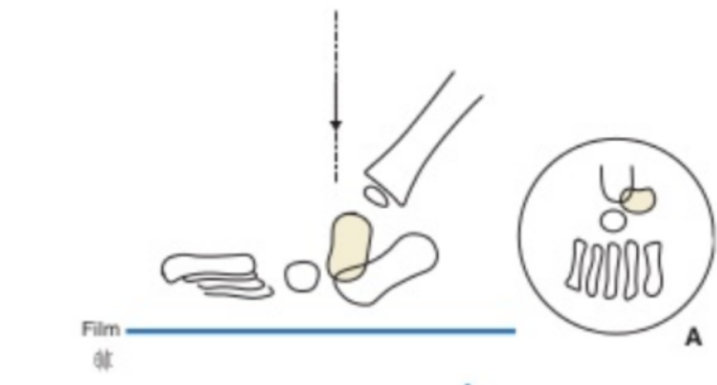
-elle permet également de mesurer les 2 angles calcanéum-M5 et talus-M1.

• Radiographie de la cheville de face : c'est sur cette incidence, lorsqu'il y a un équin majeur de l'arrière pied, qu'il faut évaluer la divergence talocalcanéenne, et elle est habituellement dans les limites de la normale.

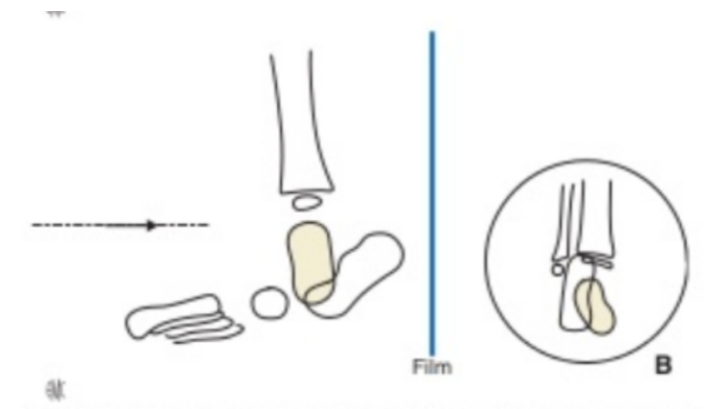


**Figure 21 : Image radiologique de face de la cheville**

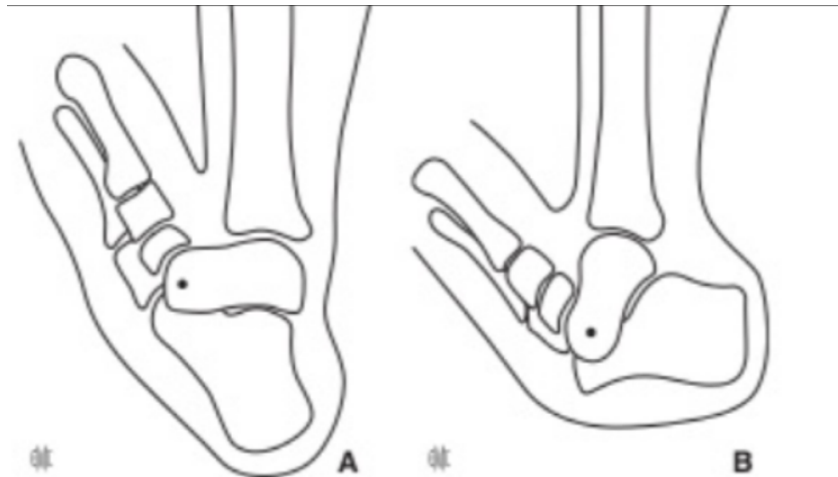
**Figure 22 : Réalité de la divergence talocalcanéenne de face dans le pied convexe congénital**



**A : incidence de face dorsoplantaire, le rayon incident enfile le talus selon son grand axe. La projection radiologique donne donc l'illusion d'une augmentation importante de la divergence talocalcanéenne.**



**Figure 23 : B : incidence de face de la tibiotarsienne : le rayon incident enfile le talus perpendiculairement à son grand axe. La projection radiologique traduit la réalité de la divergence talocalcanéenne.**



**Figure 24 : Pied convexe congénital. Dans les 2 cas : il y a une saillie plantaire (tête talienne et extrémité antérieure du calcaneus)**

**A : forme modérée (subluxation médiotarsienne)**

**B : forme majeure (luxation complète médiotarsienne)**

**+ Dans notre série :**

**La radiographie standard a été réalisée chez tous nos patients avec 2 incidences de face et de profil en pré et en post-opératoire. Mais aucun d'eux n'a bénéficié d'une radiographie dynamique.**

**B. L'échographie :**

L'échographie permet l'étude des anomalies ostéo-articulaires dans les principales malformations du pied du nourrisson : pied bot varus équin, pied convexe congénital, métatarses adductus. Au cours de la première année, l'ossification du tarse n'est représentée que par les noyaux du calcaneus, du talus et du cuboïde. Les radiographies statiques et dynamiques, de réalisation et d'interprétation difficiles du fait de la petite taille de ces noyaux ne fournissent

aucun renseignement direct ni sur les déformations des maquettes cartilagineuses ni sur le tarse antérieur, en particulier le naviculaire : or, il ne s'ossifie qu'à partir de la 3ème année et sa position n'est estimée que par des mesures indirectes [22]. En visualisant à la fois les noyaux d'ossification et les structures cartilagineuses, l'échographie aide à décrire et à quantifier les déformations et permet de juger du traitement fonctionnel [21].

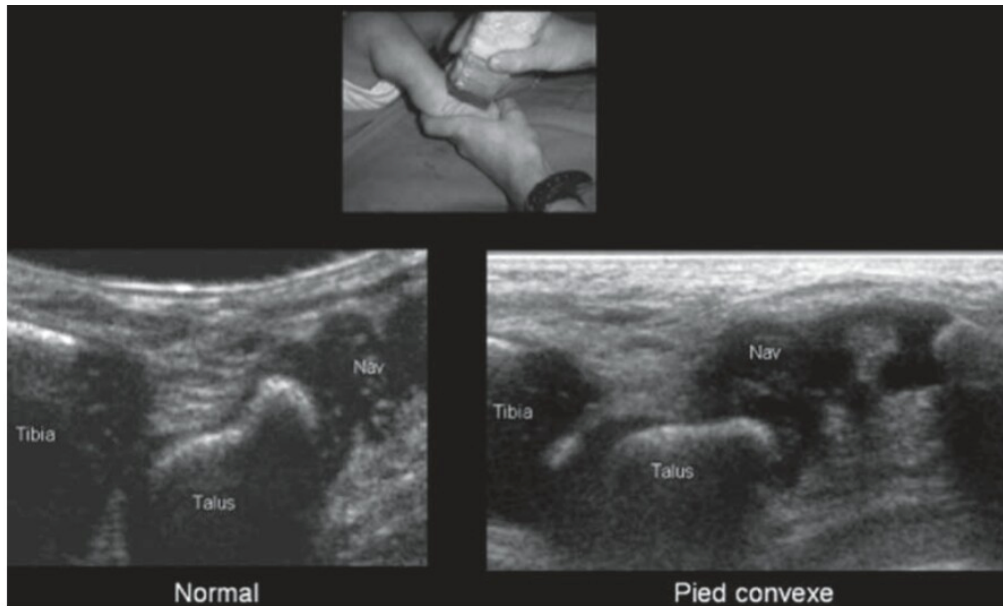
Cependant, il est encore insuffisamment développé ce qui le rend peu utilisé en pratique quotidienne.

**1. La technique comporte 4 coupes principales :**

**a) La coupe sagittale par voie antérieure** Elle permet de visualiser la position du naviculaire par rapport au col et à la tête du talus et son déplacement lors des mouvements de flexion plantaire et de flexion dorsale.

**b) La coupe sagittale médiale par voie plantaire** passant par le talus, le naviculaire et le premier cunéiforme.

**c) La coupe sagittale latérale par voie plantaire** passant par le calcaneus et le cuboïde.



**Figure 25 : Coupe sagittale antérieure.**

**Luxation talonaviculaire et talus vertical confirmant le diagnostic**

## **2. Résultats dans le pied convexe congénital :**

**a) La coupe sagittale antérieure** visualise la position antérieure du naviculaire par rapport au col et à la tête du talus [23]. Elle fait le diagnostic de la luxation dorsale du naviculaire. L'absence de déplacement du naviculaire lors des mouvements de flexion dorsale et plantaire confirme l'irréductibilité de la luxation. Cette coupe permet de suivre la réduction de la luxation talonaviculaire au cours du traitement fonctionnel précoce ou au cours du traitement chirurgical quand il est nécessaire [47].

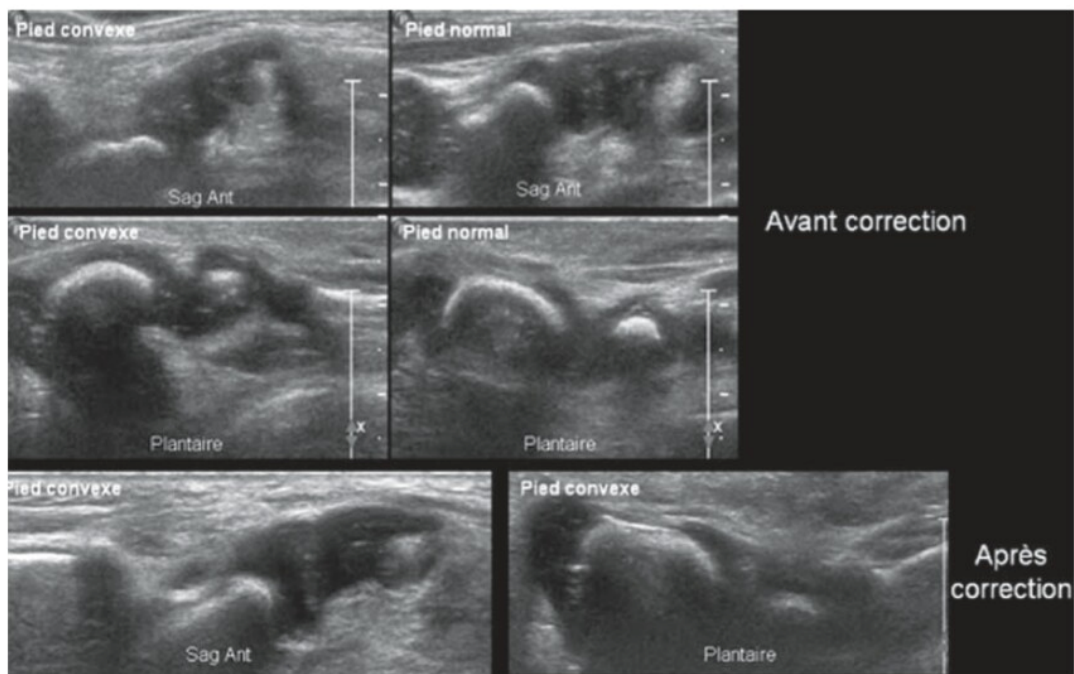
**b) La coupe sagittale médiale par voie plantaire** confirme la luxation dorsale du naviculaire.

c) La coupe sagittale latérale par voie plantaire montre une voûte plantaire convexe et la luxation calcanéocuboïdienne, facteur de gravité du PCC.

d) L'association de ces deux coupes permet l'évaluation de la divergence talocalcanéenne par voie sagittale, habituellement normale, elle peut être diminuée.

✚ Dans notre série :

Aucun de nos patients n'a bénéficié d'une échographie.



**Figure 26 : suivi échographique du traitement du pied convexe congénital après 4 plâtres.**

**Réduction de la luxation talonaviculaire dorsale**

## **VI. Examens complémentaires à visée étiologique :**

➤ Le pied convexe congénital est associé dans 50% des cas à des anomalies neurologiques, malformatives ou génétiques d'où l'intérêt de réaliser certains examens complémentaires systématiquement ou en 2<sup>ème</sup> intention en fonction de la clinique et des résultats des examens précédents:

- Radiographie standard du rachis et du sacrum : à la recherche d'une dysraphie spinale
- IRM ou TDM
- électromyogramme à la recherche e neuropathie.
- biopsie musculaire pour rechercher des anomalies musculaires.
- Caryotype génétique à la recherche des anomalies génétiques.



**Figure 27 : photographie d'une podoscopie du pied convexe congénital**

✚ Dans notre série : Un de nos patients a bénéficié d'une radiographie standard du rachis de face et de profil dans le cadre d'une dysraphie spinale.

Et un autre a bénéficié d'une radiographie standard des mains devant des malformations digitales et une radiographie du rachis objectivant une scoliose.

## **VII. Anatomo-pathologie :**

➤ Elle repose sur des études anatomiques relativement peu nombreuses, et surtout sur des constatations opératoires.

Le pied se présente avec un équin valgus de l'arrière pied et un talus de l'avant pied, tous les deux irréductibles. La position de l'avant pied est variable avec une éversion qui peut être majeure dans un tiers des cas, donnant l'aspect classique du pied convexe valgus. A l'inverse, une inversion de l'avant pied existe dans environ un quart des cas, pouvant réaliser un défaut d'appui antero-interne à l'âge de la marche.

L'astragale est en équin irréductible et sa tête plonge en dedans de la grande apophyse du calcaneum. son col est anormalement orienté en dedans et vers le bas avec une augmentation de son inclinaison d'environ 20°, c'est ce qui lui donne cette forme en « haricot » sur la radiographie de profil avec un bord supérieur convexe. la poulie astragaliennne s'articule avec la mortaise tibio-péronière par son tiers postérieur qui est aplati. la tête de l'astragale est recouverte de cartilage, mais elle est déformée par l'appui du scaphoïde sur son bord supérieur.

Le calcanéum est en équin valgus disloqué en dehors sous l'astragale. Il vient en contact de la malléole péronière avec parfois une véritable articulation péronéo-calcanéenne. L'aspect de la grande apophyse est très varié avec une sous astragaliennne antérieure qui peut être absente, sans sustensaculum tali. Cette éversion exagérée explique son aspect radiologique de profil, raccourci et saillie plantaire effacée. L'équin du calcanéum est en partie réductible dans 15% des cas avec une mobilité de la sous-astragaliennne très réduite.

Le scaphoïde est souvent de petite taille, déformé en galette et luxé dorsalement sur la tête ou le col de l'astragale. Cette luxation dorsale est toujours irréductible.

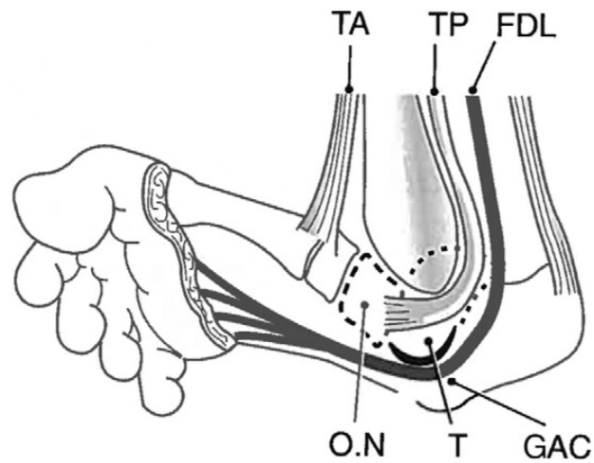
Le cuboïde est au sommet de la déformation sur l'arche externe. Il est subluxé dorsalement par rapport à la grande apophyse du calcanéum. Il s'hypertrophie et fixe les déformations après l'acquisition de la marche.

Les parties molles participent à la déformation de façon variable. Le tendon d'Achille est court et s'insère souvent sur le versant externe du calcanéum,

Alors que la capsule tibio-astragalienne est épaissie et rétractée. La luxation dorsale de la médio-tarsienne est fixe par un véritable bloc fibreux qui unit le tibia à l'astragale, au calcanéum et au scaphoïde. Il existe souvent un ligament tibio-scaphoïdien. L'état des ligaments astragalo-calcanéenne. Par contre, les ligaments plantaires sont distendus. A la cheville, les tendons du jambier postérieur et des péroniers sont subluxés sur la face latérale des malléoles. Les tendons extenseurs et le jambier antérieur rétractés font un angle aigu en passant sous le ligament annulaire.



**Figure 28 : vue médiale d'une dissection d'un pied convexe congénital**



**Figure 29: vue médiale de la luxation médiotarsienne entre l'os naviculaire (ON) et le talus(T).**

**Rétraction des tendons d'Achille, tibial antérieur (TA) et tibial postérieur (TP).**

**Le fléchisseur digitorum longus (FDL) est situé entre la tête du talus et la grande apophyse du calcaneus (GAC).**



**Figure 30 : vue médiale d'un squelette montrant la luxation talonaviculaire**

➤ **CLASSIFICATION ANATOMOPATHOLOGIQUE**

Le souci de cette classification est de définir un facteur de gravité de la déformation du pied, elle repose sur l'analyse des radiographies dynamiques de profil de l'arrière pied (l'état de l'avant pied est variable) :

Cette classification a été proposée en 1970 par POULIQUEN et RIGAULT, et sa valeur pronostique a été vérifiée récemment par O.BADELON, à la revue d'une longue série de cas de pieds convexes congénitaux.

**Type 1** : correspond à une divergence astragalo-calcanéenne faible de profil avec un équin irréductible du calcanéum.

**Type 2** : correspond à une divergence astragalo-calcanéenne de profil dans les limites de la normale ou augmentée avec un équin du calcanéum réductible jusqu'à 90° ou plus.

**Type 3** : correspond à une divergence astragalo-calcanéenne de profil dans les limites de la normale ou augmentée avec un équin du calcanéum irréductible.

## **VIII. Le traitement :**

### **A. Objectifs du traitement :**

Le but du traitement est de réduire la luxation médiotarsienne, de corriger la dorsiflexion excessive de l'avant-pied ainsi que l'équinisme de l'arrière-pied et de maintenir la réduction. Le traitement conservateur entrepris dès la naissance est susceptible de corriger toutes les formes modérées et une grande partie des formes intermédiaires ainsi qu'un petit pourcentage de formes très sévères à la naissance. En cas d'échec du traitement fonctionnel, une intervention chirurgicale peut être proposée à partir de l'âge de 8 à 12 mois.

### **B. Traitement orthopédique :**

-le traitement orthopédique est essentiellement utilisé chez le nouveau-né et le petit nourrisson, pour la plupart des médecins, il est considéré comme bénéfique pour l'étirement des tissus mous et des structures rétractés surtout le tibia antérieur et les muscles extenseurs de la loge antérieure de la jambe, ainsi que pour la fixation du pied dans la meilleure position de correction, ce qui facilitera le traitement chirurgical ultérieur, mais pas comme un moyen d'obtenir une correction définitive de la déformation [37, 29, 38, 36]. Et que la chirurgie est nécessaire pour corriger les déformations chez la majorité des patients. [35, 36,33] Cependant, elle a été associée à des complications importantes, y compris la nécrose cutanée, nécrose du talus, hypocorrection de la déformation, rigidité de l'articulation de la cheville et de la sous astragaliennne, pseudarthrose. Et la nécessité éventuelle de multiples interventions chirurgicales invasives.

Le plâtre correcteur a été essayé par plusieurs auteurs mais il a été jugé inefficace pour atteindre la correction adéquate dans la grande majorité des patients.

Eraltug [33] rapporte sept cas de pied convexe congénital qui ne sont pas corrigées par des plâtres correcteurs. Dont quatre enfants avaient un syndrome neuromusculaire associé.

Récemment une nouvelle technique a été proposée pour le traitement du pied convexe basée sur les mêmes principes de la méthode de Ponseti utilisée pour le traitement du pied bot mais les forces sont appliquées dans le sens inverse : c'est la reverse Ponseti, et qui a donné de bons résultats.

**a) Historique :**

Bensahel [68] et Masse [69] ont défendu l'intérêt du traitement orthopédique.

Il a toujours eu la faveur de certains auteurs depuis Spitzzy(1903) et Krukenberg (1932,1935).

Il commence dès les premiers jours pour Storen [70] et Becker-Anderson(1974) [71] qui insistent sur l'importance de la dislocation médiotarsienne. Les plâtres correcteurs sont renouvelés pendant des mois.

Tachdjian (1972) [72] obtient de son côté une réduction en 6 à 8 semaines qu'il fixe par des broches percutanées.

Vers 1930, Hohman [73] et Rocher [74] réduisaient la médiotarsienne par des manœuvres externes forcées et corrigeaient chirurgicalement l'équin de l'arrière pied.

Silk [75] (1961) et Stevens [76] (1976) complétaient la réduction de la médiotarsienne qu'ils avaient obtenue orthopédiquement de façon progressive par un allongement d'Achille avec ou sans capsulotomie postérieure.

L'avis favorable de tous ces auteurs contraste avec les échecs régulièrement constatés par Lloyd-Roberts(1958) [77], Herndon [78](1963), Eyre-Brook(1967)[41], COLTON [64] (1973), Badelon et Coll (1984).

Eyre-Brook avait souligné dès 1967 que le diagnostic de pied convexe congénital pouvait être mis en doute quand il répond trop facilement aux manipulations.

Harrold (1973) explique que les échecs du traitement orthopédique chez les autres par le retard thérapeutique. Il insiste sur l'importance de sa précocité et donne comme limite 2 à 3 mois. Badelon et coll expliquent que les cas assez rares de pieds d'aspect convexe qui cèdent au traitement orthopédique pourraient correspondre à des « pieds plats graves congénitaux ».

#### **b) La méthode fonctionnelle (la kinésithérapie)**

-Doit être entreprise dès les premiers jours de vie, l'idéal est de pouvoir disposer de kinésithérapeutes avertis qui puissent travailler le pied de façon régulière.

Le tout est de se rappeler que la douceur est le principe de base.

-L'avant-pied doit être mis en équin maximal de façon à l'aligner sur l'arrière-pied en exerçant une force de distraction entre le pouce et l'index. L'élongation des parties molles plantaires permet de porter l'avant-pied si nécessaire en supination et en adduction, alors que l'arrière-pied est repoussé en dorsiflexion grâce à une pression sous la tête du talus et éventuellement sous la

grande apophyse du calcaneus. Le triceps est étiré de façon à abaisser la tubérosité postérieure du calcanéum alors que la grande apophyse est refoulée en dorsiflexion.

❖ **Technique :**

Chaque élément de la déformation est traité l'un après l'autre.

-La correction de la luxation astragalo-scaphoïdienne et du déséquilibre de l'avant pied est tenté par l'assouplissement de la médiotarsienne et de la sous astragalienne. Une main empaume le talon pour bloquer l'arrière pied, le pouce essayant de refouler la tête astragalienne vers le haut et le dehors l'autre main essaye de réduire la médiotarsienne par un mouvement de traction douce en équin sur l'avant pied.

-la correction de l'équin de l'arrière pied est encore plus difficile à réaliser. Elle ne peut être obtenue que si on est arrivé à réduire le bloc calcaneo-pédieux sous l'astragale. La réduction du calcanéum est tentée par une traction vers le bas, exercée entre deux doigts au niveau de la grosse tubérosité, alors que de l'autre main, on essaye de maintenir le rehaussement en jouant sur la tête astragalienne et la grande apophyse.

-après ce temps de manipulation, il est impossible de maintenir le pied dans la position de réduction obtenue. L'essentiel est de réduire la médiotarsienne et le pied est immobilisé en équin.

Ces manipulations sont journalières et le pied est immobilisé en équin par des bandelettes d'élastoplast prenant appui sur une plaquette moulée dont la convexité appuie sous la tête de l'astragale.

En l'absence d'encadrement kinésithérapique suffisant, le pied peut être plâtré en varus équin et ce plâtre est changé tous les 8 à 10 jours.



**Figure 31 : photographie de la manipulation d'un pied convexe [50 ]**

**c) Reverse ponseti :**

La méthode Ponseti, fondée en 1948 par Ignacio Ponseti, fait partie du traitement orthopédique du pied bot varus équin (PBVE), consiste en l'application successive de plâtres pour corriger les différentes déformations. Chaque plâtre permet de gagner un peu plus en amplitude.

Elle connaît actuellement un essor majeur du fait de sa simplicité relative de mise en œuvre.

Le traitement est commencé dans les premières semaines de vie, parfois même à l'âge de la marche.

Actuellement, ces mêmes principes utilisés par Ponseti [54, 55] sont utilisés par Dobbs et al. [50] pour traiter le pied convexe congénital idiopathique mais les forces sont appliquées dans le sens inverse : c'est la reverse Ponseti.

Cette technique repose sur une correction séquentielle et moulages de la déformation avec application de plâtres fémoropédieux hebdomadaires successifs.

Après la confection des plâtres, il faut surveiller l'état cutané et les orteils qui doivent être visibles et bien colorés.

**-Les principales déformations à corriger :**

- L'abduction et la pronation de l'avant pied.
- La flexion dorsale de l'avant pied.
- Saillie de la tête talienne sur le bord médial de la face plantaire.

**❖ Technique :**

Le pied est étiré en flexion plantaire et en inversion alors qu'une contrepression est appliquée sur la tête du talus saillante sur le bord médial.

Toutes les mobilisations doivent être douces. La correction est réalisée lentement et les ligaments ne doivent pas être étirés au delà de leur longueur physiologique. Le principe de la méthode est d'étirer au fur et à

mesure les structures en tension qui bloquent le pied dans une position anormale dans le but de réduire la déformation.

Le plâtre est confectionné pour maintenir la position.

Toutes les semaines, les mobilisations sont répétées visant à assouplir le pied afin de gagner en amplitudes et un nouveau plâtre est confectionné. Progressivement, l'alignement des os est acquis dans une position corrigée. « Les os et les articulations se remodelent à chaque plâtre grâce aux propriétés des tissus conjonctifs, cartilagineux et osseux qui sont sensibles aux changements de direction des stimuli mécaniques » [48].

Lors de la confection du plâtre, l'enfant est installé confortablement en bord de table avec la mère à proximité, il est possible de donner le biberon en même temps pour calmer l'enfant. Le chirurgien et un assistant participent à la confection des plâtres. Durant l'application des bandes, le pied est maintenu dans la position corrigée par le chirurgien. L'assistant déroule deux couches de bandages coton dans un premier temps pour protéger la peau, puis les bandes de plâtre. La manœuvre débute par le pied et remonte jusqu'au pli de l'aîne. La mise en place des bandes se fait en deux temps : d'abord jusqu'au genou, pour mouler le plâtre et corriger le pied ; puis, jusqu'au pli de l'aîne. Durant l'application des bandes, le pied est maintenu au niveau des orteils.

Ensuite, le plâtre doit être moulé avec souplesse, douceur et précision par le chirurgien afin d'éviter les zones douloureuses cutanées. La correction s'exécute de la même façon que lors des mobilisations avec les mêmes prises et contre-prises. En revanche, la correction doit être maintenue lors du moulage sans appliquer une pression trop forte. Après le moulage du plâtre au niveau du

pied et de la jambe, le chirurgien soutient la jambe sans toucher le talon pour ne pas appliquer de pression. L'assistant prolonge les bandes plâtrées jusqu'au pli de l'aîne. Le genou est placé à 90° de flexion pour empêcher le glissement du plâtre.

Les plâtres sont changés toutes les semaines pour une correction rapide et profiter de la souplesse du pied, 5 à 6 plâtres sont suffisants pour obtenir une correction.

Lorsque le dernier plâtre est appliqué, il est important d'obtenir un maximum de flexion plantaire et d'inversion pour assurer un étirement adéquat des tendons dorsolatéraux contractés, les capsules articulaires, et de la peau.

Le tendon d'Achille est peu étirable contrairement aux ligaments car il est composé « d'amas de fibres de collagènes épaisses, serrées » [48].

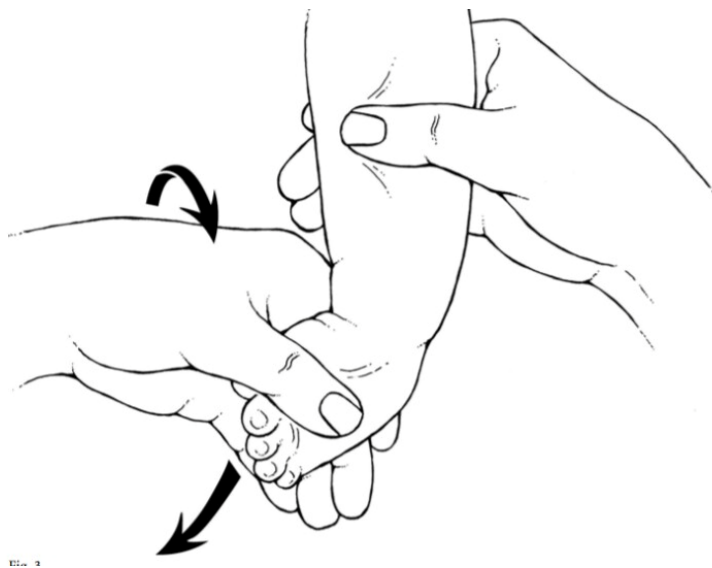
Alors, aucune tentative ne se fait au cours de cette étape pour corriger l'équin de l'arrière pied, sa correction est très souvent réalisée par ténotomie du tendon d'Achille.

Le pied simule la position d'un pied bot.

Une radiographie de profil du pied doit être faite pendant que le membre est dans le dernier plâtre pour s'assurer de la réduction de la luxation talonaviculaire.



**Figure 32 : illustration de la direction des forces appliquées pour réduire la déformation du pied convexe le pied est étiré en flexion plantaire et en inversion tandis qu'une contrepression est appliquée sur le coté médial sur la tête du talus[50]**



**Figure 33 : illustration de la position du pied avec varus de l'arrière pied et adduction de l'avant avant la fixation de l'articulation talonaviculaire et l'allongement du tendon d'Achille, le pied est placé en flexion plantaire maximale pour étirer les tendons dorsolatéraux rétractés, les capsules articulaires et la peau [50].**



**Figure 34: la reverse ponseti : la position des pieds au cours du 7eme plâtre [53]**



**Figure 35: radiographie d'un plâtre de la reverse ponseti [97]**

❖ **Gestes associés :**

• **Fixation de l'articulation talonaviculaire :**

Après réduction de l'articulation talonaviculaire, une fixation chirurgicale percutanée avec une broche de Kirchner est utilisée pour maintenir l'articulation talonaviculaire dans la position réduite.

La broche est placée de manière rétrograde, du naviculaire vers le talus, en tenant le pied en flexion plantaire maximale, la broche est alors pliée et coupée en dehors de la peau pour faciliter son enlèvement.

Le placement précis de la broche Kirchner est basée sur la capacité du chirurgien à palper la tête de l'astragale et le scaphoïde, étant donné que ces os sont principalement cartilagineux et difficile à visualiser radiologiquement chez les nourrissons.

Si l'articulation talonaviculaire n'est pas réduite radiologiquement après application de 6 moulages une tentative est faite dans la salle d'opération pour faire pivoter le talus en position percutanée avec une broche de Kirchner. En cas de succès, l'articulation talonaviculaire est ensuite fixée avec une broche de Kirchner comme décrit ci-dessus.

Si l'articulation talonaviculaire ne peut être réduite, une petite incision médiane avec une capsulotomie dorsale de l'articulation talonaviculaire sont effectuées.



**Figure 36: photographie d'une incision de 2 cm sur le côté médial de l'articulation talonaviculaire**



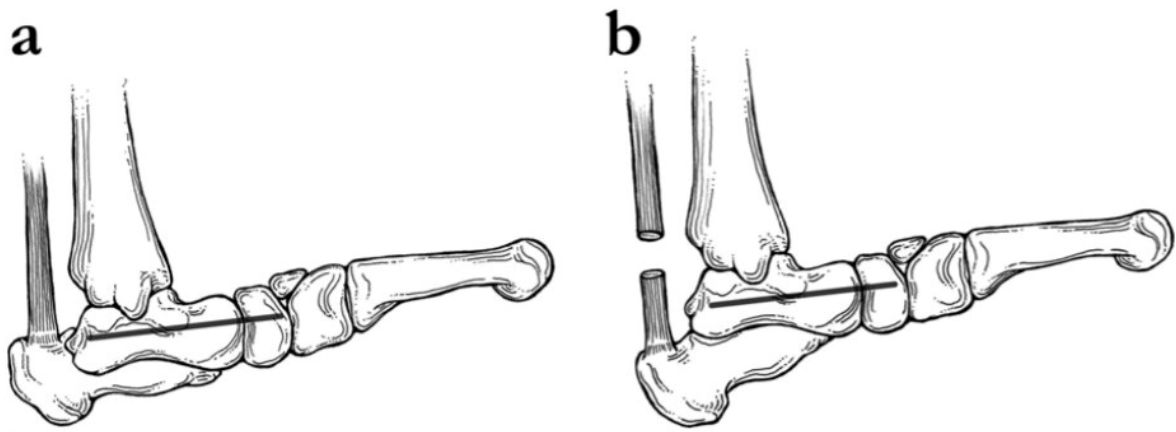
**Figure 37 : photographie d'une broche de Kirchner introduite dans l'articulation talonaviculaire réduite**

- **Ténotomie du tendon d'Achille :**

Une fois l'articulation talonaviculaire est réduite et stabilisée avec la broche de Kirchner, une ténotomie percutanée du tendon d'Achille est utilisée pour corriger la déformation en équin comme décrit par Dobbs et al. [4] pour le traitement d'un pied bot, cette technique est plus simple que celle par abord direct et permet d'éviter les risques cutanés.

L'acte chirurgical est effectué à la suite de l'ablation du 5ème plâtre.

Un plâtre de la jambe est appliqué au bloc opératoire sur un pied en position neutre et cheville en dorsiflexion de 5°. Après 2 semaines, une orthèse solide est portée en maintenant cheville en flexion plantaire de 15°, ensuite un nouveau plâtre est confectionné avec flexion dorsale de la cheville entre 10 à 15°, porté pendant 3 semaines.



**Figure 38 : illustration de la chirurgie mineure pour corriger le pied convexe congénital. (a) réduction de la luxation talonaviculaire avec embrochage avec persistance de l'équin du calcanéum. (b) correction de l'équin du calcanéum après ténotomie du tendon d'Achille [50]**

- La REVERSE PONSETI peut être associée à d'autres gestes tels que le transfert ou l'allongement du tibia antérieur, l'allongement des extenseurs et ou des péroniers, selon le degré des rétractions tendineuses et ligamentaires.

❖ **Port de l'attelle :**

Une orthèse solide est portée pendant vingt-trois heures par jour jusqu'à ce que l'enfant atteigne l'âge de la marche, puis elle est portée entre douze à quatorze heures dans une période de vingt-quatre heures, jusqu'à l'âge de deux ans.



Figure 39 : photographie d'une orthèse à 15° de dorsiflexion et 15° d'adduction [97]

❖ **Education thérapeutique des parents :**

En parallèle de ce traitement orthopédique, il est essentiel d'impliquer les parents.

La réussite du traitement dépend également de la collaboration des parents. Il est donc du devoir de l'ensemble de l'équipe soignante de se rendre disponible et attentive avec la famille pour favoriser leur implication.

L'éducation des parents permet une meilleure compréhension de la pathologie et ainsi une meilleure adhésion au traitement. Cela est important surtout pour l'observance de l'attelle et ainsi prévenir les récurrences. « Déculpabiliser, rassurer et informer est indispensable pour

s'assurer de la confiance et future coopération des parents » [49]

Les thèmes abordés lors de l'éducation thérapeutique sont : la pathologie, le déroulement du traitement avec les différentes étapes (ici les plâtres, la chirurgie si nécessaire puis l'attelle), l'avenir de l'enfant, etc. Cette éducation doit être réalisée progressivement à chaque rendez-vous avec les parents. Notamment durant la période de confection des plâtres, il est bénéfique de préparer les parents à la mise en place de l'attelle. Concernant l'attelle, il semble bon de responsabiliser les parents afin qu'ils comprennent l'intérêt pour maintenir la correction obtenue par les plâtres .

#### ❖ **Suivi :**

Ce suivi est préconisé régulièrement au début du port de l'attelle afin de vérifier la compliance de l'enfant et la bonne participation des parents. Ainsi pour dépister les récurrences et adapter le temps de port de l'attelle au développement de l'enfant.

#### ❖ **Résultats :**

-**Dobbs et al . [50]** ont rapporté d'excellents résultats en termes de l'aspect clinique, radiologique et de la fonction du pied dans un minimum de deux ans chez onze patients soit un total 19 pieds traité par reverse Ponseti suivie par une chirurgie limitée consistant en une ténotomie percutanée du tendon d'Achille (tous les pieds), Allongement du tendon tibial antérieur (2 pieds) ou le

tendon court péronier (1 pied), et fixation percutanée de l'articulation talonaviculaire par des broches (12 pieds).

- de bons résultats ont été obtenus également par **Bhaskar** [51] dans sa série de 4 quatre cas avec un recul moyen de 8 mois et demi. Ainsi que par **David** [52] après avoir combiné la méthode de Ponseti et la reverse ponseti chez le même patient qui présente un pied bot gauche et un pied convexe droit.

-**Aydin et al.** [53] insistent sur l'intérêt de l'évaluation de chaque cas individuellement, pour eux, une réduction peut être obtenu par la reverse Ponseti uniquement sans avoir besoin d'une intervention chirurgicale supplémentaire après le traitement orthopédique initial contrairement aux rapports précédents.

-Selon **Chalayon et al.** [57] cette technique peut être également utilisés en cas de pied convexe secondaire, ils ont observé de bons résultats chez 15 patients soit au total 25 pieds avec associés à des anomalies génétiques ou neuromusculaires avec recul minimal de 2 ans.

-**Wright et al.** [56] : ont démontré aussi que cette technique est efficace pour la correction initiale du pied convexe congenital idiopathique et secondaire, en faisant une comparaison entre 2 groupes d'enfants traités par reverse ponseti.

Le 1<sup>er</sup> groupe est constitué de cas idiopathiques (12 pieds) alors que le 2<sup>ème</sup> est constitué de cas secondaires (9 pieds).

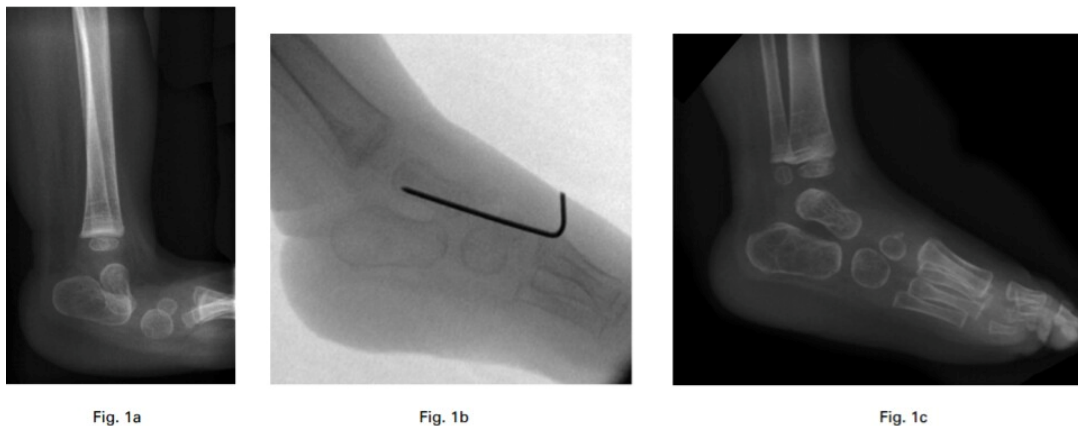
Le groupe des pieds convexes secondaires avait un taux de récurrence supérieur en raison des formes les plus fixes de la déformation, La différence entre les deux groupes n'a pas de signification statistique, bien que cela peut refléter le nombre relativement faible vu dans cette maladie rare.

Mais ces taux de récurrence sont inférieurs à ceux rapportés après une libération extensive.

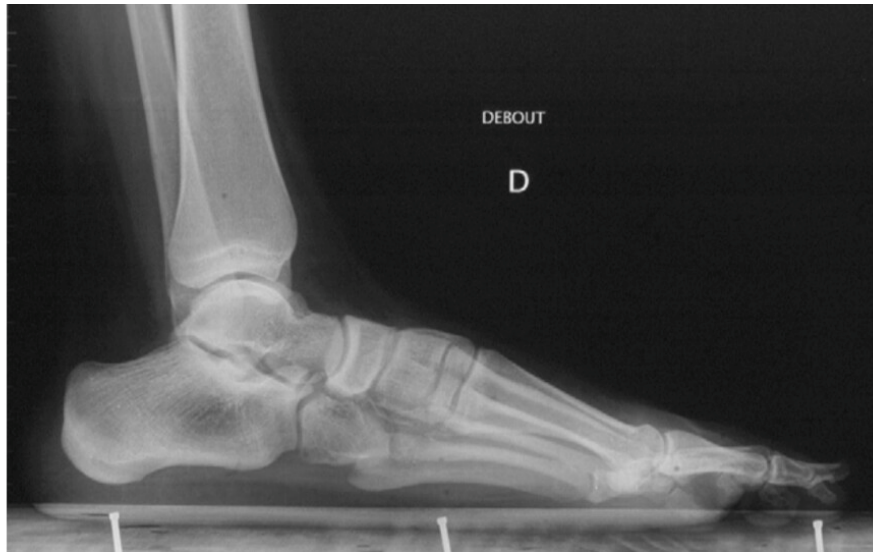
### **c) Attelles**

L'alternative au plâtre correcteur est de fixer le pied par un bandage adhésif non élastique sur une petite plaquette incurvée pour restaurer la cambrure plantaire. On ajoute habituellement une attelle jambopédieuse antérieure pour maintenir l'avant-pied le plus en équin possible. Le système peut être enlevé tous les jours pour la séance de manipulation.

**✚ Dans notre série : seulement 2 cas ont bénéficié d'une kinésithérapie fonctionnelle sans résultat.**



**Figure 40 : radiographie a) pré-op, b) per-op, c) radiographie post-opératoire (6 mois) d'un pied convexe gauche idiopathique traité par la reverse ponseti [56]**



**Figure 41 : excellent résultat à l'âge de 15 ans du traitement conservateur chez un nouveau né [18]**

### **C. Traitement chirurgical :**

#### **1. Principes :**

Le but est de réduire la luxation médiotarsienne, corriger l'équin de l'arrière pied ainsi que le talus de l'avant pied afin de parvenir à une bonne apparence clinique et d'éviter les complications secondaire à cette déformation.

La chirurgie en un temps est actuellement prônée par la majorité des auteurs.

#### **2. Indications chirurgicales :**

Tous les pieds convexes congénitaux ne justifient pas une correction chirurgicale.

Les indications dépendent de la sévérité des déformations anatomiques, de leur conséquence fonctionnelle, de l'âge de l'enfant, de l'existence d'autres

anomalies et de l'étiologie neuromusculaire éventuelle. C'est dans les formes sévères et moyennes que la chirurgie est logique pour redonner au pied une architecture proche de la normale et en particulier améliorer l'appui plantaire (corriger l'équinisme de l'arrière-pied) car la persistance à l'âge adulte d'appui plantaire au niveau de la zone médiotarsienne sans aucun appui calcanéen et avec des déformations d'orteils et des mauvais appuis distaux risque de créer une situation extrêmement difficile à corriger à l'âge adulte, et très gênante fonctionnellement.

### **3. Age de l'intervention chirurgicale :**

Tous les auteurs quelque soit leur attitude thérapeutique, orthopédique ou chirurgicale, insistent sur l'importance de la précocité du traitement. S'il est retardé au delà de 2 ans des procédures agressives seront utilisés [65].

Fitton et al. [107] recommandent le traitement chirurgical entre l'âge de 3 à 6 mois.

Il dépend de l'âge de diagnostic, et varie d'une étude à l'autre.

Le tableau suivant représente différentes études publiées avec l'âge d'intervention :

AUTEURS	Duncan [10]	M.Ramanoudjane [9]	Napiontek [6]	Ayadi [5]	Raab et Kraspe [8]
Age de l'intervention	-Varie entre 19 et 58 mois Avec un âge moyen 31 mois	- varie entre 1 et 9 ans avec un âge moyen de 2.8 ans	-de 9mois à 8 ans avec un âge moyen : 3.2 ans	-varie entre 16 et 72 mois.	-entre 7 mois et 2.5 ans avec un âge moyen de 14 mois.

 Dans notre série :

**L'âge de l'intervention variait entre 3 et 6 ans avec un âge moyen de 4 .5 ans.**

**Un seul cas a été opéré à l'âge de 3ans, et 2 autres à l'âge de 4 ans, alors que les 2 restants ont été opérés tardivement à l'âge de 5 et 6 ans.**

#### **4. Technique chirurgicale:**

##### ***a. Installation du malade***

L'installation se fait en décubitus dorsal sur table ordinaire avec un coussin sous la fesse controlatérale, Le membre est préparé en entier dans jersey stérile avec un garrot pneumatique à la racine du membre.

***b. Les voies d'abord :***

• **les libérations postérieures, médiales et latérales** : utilisent différentes voies d'abord :

◦ Deux abords : un abord postéro médial [5, 59,60,] dont l'incision est débutée en para-achilléen se recourbe en L en arrière de la malléole médiale puis elle longe le bord interne du pied à la jonction de peau dorsale et peau plantaire. Et un abord latéral dont l'incision est horizontal sous malléolaire latérale.

◦ Un seul abord : l'abord transversal en fer à cheval de Cincinnati [16,58,8].

◦ Trois mini abords [10]: il y a celle qui comporte un abord postérieur puis un abord médial dont l'incision interne est horizontale sur le bord médial du pied, à la jonction de la peau plantaire et peau dorsale, et enfin, un troisième abord latéral.

Et une autre qui utilise une incision postéro-médiale, une incision au tiers inférieur de la loge antérieure de la jambe et une incision dorsolatérale sur l'articulation calcanéocuboïdienne.



**Figure 42 : photographies montrant les traits d'incisions postero-médiale, antérieure de la jambe et latérale**

*c. Les temps opératoires :*

**C.1. le temps postérieur :**

Le but du temps postérieur est de corriger l'équin de l'arrière pied par allongement du tendon d'Achille rétracté ainsi qu'une capsulotomie tibiotarsienne et sous talienne en cas de rétraction importante des 2 articulations.

- Allongement du tendon d'Achille en Z:

L'incision ne doit jamais être pratiquée en regard du tendon calcanéen car la peau y est fine et des complications cutanées peuvent survenir. Elle se situe au bord médial du tendon d'Achille, débutant 6 à 7 cm au-dessus du calcanéum et se poursuivant verticalement jusqu'à son bord supérieur. Le plan sous cutané

graisseux ne doit pas être décollé. Le tendon calcanéen est repéré, une petite incision est pratiquée dans la gaine fibreuse du tendon calcanéen. L'ouverture de celle-ci est poursuivie en glissant une des lames d'une paire de ciseaux dans la brèche. En agissant ainsi on évite toute dissection sous-cutanée et on préserve les attaches de la gaine avec le tissu sous cutané, protégeant ainsi la vascularisation.

On peut alors exposer le tendon en écartant les berges de l'incision à l'aide de deux écarteurs de Farabeuf. On dissèque la face intérieure du tendon dans sa gaine.

Une incision verticale au milieu du tendon est pratiquée à l'aide d'un bistouri froid en prenant garde de protéger les éléments en avant des tendons.

L'incision est menée jusqu'à l'insertion calcanéenne, le bistouri est alors tourné de 90° et la portion inféro-médiale est sectionnée. (En cas de valgus de l'arrière pied trop important, on peut garder la portion médiale varisante, et sectionner la portion latérale au niveau de l'insertion calcanéenne). Puis on sectionne en haut de l'incision la portion latérale du tendon. La cheville est portée en dorsiflexion.

Les 2 portions du tendon sont alors suturées bord à bord. (latéro-latérale)

Le réglage de la suture est essentiel. Le risque est un allongement trop important pouvant aboutir à une marche en talus. Il faut, lors de la suture que la cheville soit maintenue en position neutre par l'aide est que le tendon soit suturé sous une tension modérée. Certains préfèrent pratiquer une suture termino-terminale qui permet après résection de l'excès de longueur des 2 extrémités de faire une suture intra-tendineuse en cadre, limitant la saillie des fils de suture.

Il est préférable de refermer la gaine du tendon par un surjet au fil résorbable fin. Le tissu sous-cutané est rapproché par des points séparés de fil résorbable. la peau est suturée au fil non résorbable par des points séparés.

Selon Ramanoudjane [9] cet allongement ne doit pas être réalisé systématiquement à cause de l'insuffisance tricépitale qu'il entraîne et qu'il doit être réservé en cas d'équin fixé du talus empêchant la réduction médiotarsienne ou en cas de persistance de l'équin après la réduction de l'articulation talonaviculaire.

Contrairement au Badelon et Coll. [7] qui ont réalisé un allongement systématique du tendon d'Achille sur une série de 71 pieds, les résultats ont été jugés bons dans 35.5% des cas, moyens dans 27% et mauvais dans 37.5% des cas. Pour Napiontek [6] : ce geste améliore la dorsiflexion du pied.

- La libération des capsules tibiotarsienne et sous talienne se fait à la demande.

Si la réduction de luxation médio-tarsienne est impossible à cause d'une absence de redressement de l'arrière pied, un allongement du tendon calcanéen en Z est nécessaire.

**✚ Dans notre série : l'allongement du tendon d'Achille en Z et une capsulotomie tibiotarsienne et sous astragalienne ont été réalisés chez 4 enfants.**

### C.2. Le temps interne :

- Après l'incision, Le tendon du tibial postérieur ainsi que le paquet vasculo-nerveux sont identifiés. Le tendon du tibial postérieur est détaché de son insertion sur l'os naviculaire. Les tendons du tibial antérieur et de l'extenseur long de l'Hallux sont repérés.

- La tête du talus est identifiée car elle est saillante en bas et en dedans dans la plante du pied : elle est recouverte par les tissus capsulo-ligamentaires. L'os naviculaire est retrouvé à la face dorsale du col du talus. Les ligaments et les capsules entre l'os naviculaire et le talus sont ouverts. Ainsi le ligament glénoïdien (calcaneo-naviculaire plantaire) est également incisé de façon proximale à quelque millimètres de son insertion naviculaire de façon à pouvoir réaliser ultérieurement une capsulorrhaphie plantaire.

On essaie de réduire la luxation talonaviculaire, La surface articulaire de la tête du talus est identifiée, une broche est enfoncée en son centre, avec l'aide d'une spatule et le levier offert par la broche, la tête du talus est repoussé en haut cependant que l'avant pied est manipulé en flexion plantaire, en adduction de telle façon que les surfaces articulaires de l'os naviculaire et de la tête du talus retrouvent une position anatomique normale.

À ce stade de l'intervention, la réduction talonaviculaire n'est pas possible du fait de la brièveté des tendons extenseurs.

- Transfert du tibial antérieur :

-Le tendon du tibial antérieur est rétracté, on le désinsère de la face interne du cunéiforme médial et de la base du 1<sup>er</sup> métatarsien et on le réinsère sur le col

du talus afin d'assurer la traction vers le haut de ce dernier, et d'éviter la récurrence de la subluxation médiotarsienne.

Certains auteurs, (Derosa et Ahlfeld [62], Colton [64], Duncan et Fixsen [10] Rombouts et al. [61] Stone et Lloyd-Roberts [63]) recommandent le transfert total du tibia antérieur sur le col du talus, selon eux ce geste maintient la réduction de l'articulation talonaviculaire. Pour Charles et al [65] ce geste limite l'équin du talus et l'oriente en flexion dorsale. Pourtant, GRICE et Aroojis et al. [67] ne recommandent qu'un transfert partiel sur la tête astragalienne et sur le col du talus, respectivement.

Pour Coleman [40], ce transfert doit être préconisé en cas d'étiologie neuromusculaire, alors que chez les enfants moins d'un an il préconise l'allongement du tibia antérieur.

Par contre, Ramanoudjane [9] trouve que le transfert du tibia antérieur ne participe pas à la réduction médiotarsienne, en revanche il entraîne le développement d'un pied plat valgus, et propose l'allongement du tibia antérieur. Ce dernier a été réalisé par Seimon [38] en association avec l'allongement des extenseurs et du tendon d'Achille dans sa série de 10 pieds, les résultats ont été jugés excellents dans 7 cas et bons dans 3 cas.

D'un autre côté, Badelon et coll. [7] rapportent un steppage bilatéral chez l'un de leurs cas après avoir réalisé un allongement excessif du tibia antérieur.

Le transfert du tendon du tibia antérieur sur la face inféro-médiale de l'articulation talonaviculaire a été proposé par Raab et Krauspe [8] mais seulement lorsque la longueur du tendon est suffisante. Ils ont réalisé ce geste

chez 14 pieds (dont l'âge varie entre 7 mois et 2.5 ans) et rapportent de bons résultats..

Pour Oppenheim [98] il transfère le tendon du tibial antérieur sur le tendon du tibial postérieur pour renforcer ce dernier.



**Figure 43 : photographie du trajet trans-cervical du talus pour le transfert éventuel du tibial antérieur**

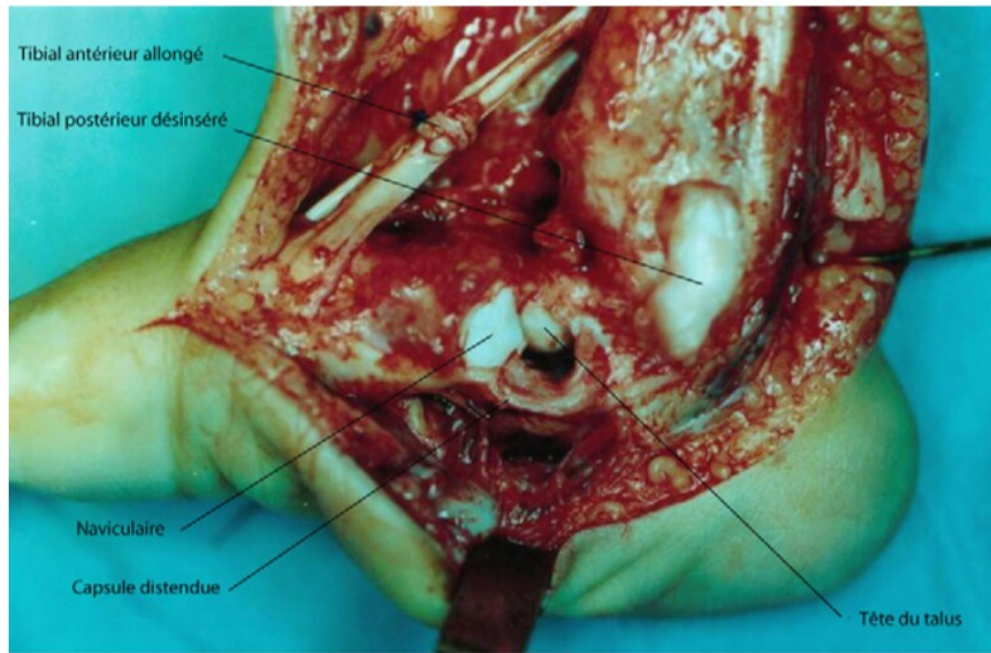
- le tibial postérieur qui est allongé, on le raccourcit pour le transférer sur le cunéiforme médial.

**Ayadi [5]** : a fait un une réinsertion du tibial postérieur à la face inférieure de la capsule talonaviculaire comme un renforcement pour empêcher la récurrence de la verticalité du talus (après avoir réalisé une capsulorrhaphie de la chambre de la luxation à ce niveau).



**Figure 44: fil repère tendon du tibial postérieur, spatule à la face inférieure du col du talus**

**✚ Dans notre série : la libération talonaviculaire a été réalisée chez tous nos patients et le transfert du tibial antérieur sur le col du talus chez 3 enfants, en revanche aucun geste à type de transfert du tibial postérieur n'a été noté.**



**Figure 45 : vue opératoire montrant la distension capsulaire inférieure après réduction de la luxation talo-naviculaire [5]**



**Figure 46 : capsulotomie talonaviculaire, T : talus, N : naviculaire [9]**



**Figure 47 : réduction de la luxation talonaviculaire avec embrochage [9]**

### **C.3. Le temps externe :**

- L'incision est horizontale sous malléolaire latérale, on repère les tendons du court et long fibulaire avant de les allonger: ils sont habituellement subluxés vers le haut.

Cette incision offre au chirurgien deux possibilités :

- soit une libération capsulaire circulaire de l'articulation calcanéocuboïdienne pour pouvoir abaisser le cuboïde par rapport à la grande apophyse du calcaneus ;

Dans ce cas, les ligaments dorsaux et la capsule articulaire sont sectionnés, et si nécessaire les ligaments médiaux et latéraux de cette articulation.

- soit une ostéotomie distale du calcaneus.



**Figure 48 : photographie d'une ouverture calcanéocuboïdienne**

- On réalise un allongement du court et long fibulaire en Z, si la réduction complète de la luxation médio-tarsienne n'est toujours pas obtenue, on allonge également le tendon extenseur de l'hallux, long extenseur des orteils et du 3ème fibulaire.

Cet allongement n'est pas systématique, il dépend du degré de fixation de la déformation, il se fait à la demande jusqu'à l'obtention d'une mobilité de la médiotarsienne

Badelon et Coll.[7]: sur un série de 71 pieds, ils n'ont réalisé que de rares allongements, selon eux, il s'agit d'un geste illogiques et inutile, après le temps postérieur les tendons dorsaux allongés se retrouvent détendus à l'excès,

En revanche, Hark [114], Harrold [115] et Herndon [44] allongent systématiquement les tendons dorsaux lors du temps de réduction.



**Figure 49 : photographie du long fléchisseur de l'hallux**

• **Transfert tendineux:**

De nombreux procédés ont été proposés dans la littérature, Osmond-Clarke [43] fait un transfert du court fibulaire sur le col du talus. Mazzoca et al. [46] réservent ce transfert aux enfants ayant une maladie neuromusculaire ou un myéloméningocèle. Cependant, Aroojis et al. [67] déconseillent ces transferts tendineux en cas d'arthrogrypose.

Certains auteurs [109] proposent le transfert du tendon court fibulaire sur le tibial postérieur alors que d'autres le réinsère sur le tendon du muscle long fibulaire.



**Figure 50 : photographie d'un allongement des extenseurs de la jambe**

**✚ Dans notre série :**

**L'allongement des péroniers a été réalisé chez un seul cas et le transfert du court fibulaire sur le long fibulaire a été réalisé chez un seul cas, alors que 2 cas ont bénéficié d'un allongement des extenseurs.**

#### ***d. Embrochage:***

L'embranchage a pour but de maintenir la réduction des articulations luxées, on commence par réduire et fixer la colonne médiale, c'est-à-dire la luxation talonaviculaire au moyen d'une broche mise en va-et-vient. La broche peut être introduite par le sommet de la tête du talus et enfoncée d'avant en arrière dans le col puis le corps du talus pour ressortir en arrière en réclinant le paquet vasculo-nerveux et en ouvrant parfois sur quelques millimètres la capsule postérieure tibio-talienne. Cette broche est donc poussée loin en arrière et utilisée comme un levier pour aider au redressement du talus pendant que le médio pied et

l'avant pied sont abaissés en regard de la tête du talus. La broche est alors réenfoncée d'arrière en avant. Il faut s'assurer de la bonne orientation du médio-avant-pied non seulement dans le plan sagittal mais également dans le plan horizontal et dans le plan frontal par rapport au genou pour ne pas créer un défaut parasite.

L'objectif est d'obtenir un valgus talonnier physiologique et de réaligner le bord latéral du pied. Avant de mettre la broche, les fils de la capsulorrhaphie plantaire et médiale auront été passés (puis noués après la mise en place de la broche). La colonne latérale est embrochée en abaissant le cuboïde par rapport à l'apophyse du calcanéum de façon à créer une apparente hypercorrection. La broche est introduite dans la partie la plus distale du cuboïde et se dirige vers le calcanéum.



**Figure 51 : photographie d'un embrochage antérograde du talus**

-Différents procédés ont été décrits pour maintenir la réduction, la majorité des auteurs utilisent une broche pour maintenir l'alignement talo-naviculaire [46, 10, 67] Seringe et al. [59], Ayadi et al. [5] ont utilisé une 2<sup>ème</sup> broche pour maintenir l'alignement calcaneo-cuboidien, Kodros et Dias utilisent aussi une 2<sup>ème</sup> broche introduite par la plante du pied à travers le calcanéum et le talus pour fixer l'articulation sous talienne.

**✚ Dans notre série : on a réalisé un embrochage seulement du 1<sup>er</sup> rayon chez 4 patients et un embrochage des 2 articulations talonaviculaire et calcanéocuboïdienne chez 1 seul cas.**

#### **e. Fermeture cutanée**

Après avoir lâché le garrot hémostatique, il faut parfaire l'hémostase avant la fermeture, en s'assurant que le pied est bien revascularisé. Ensuite, tous les tendons allongés sont soigneusement suturés.

les incisions médiale et postérieure sont fermées sans difficulté. L'incision latérale sur le pied est parfois difficile à fermer du fait de la brièveté cutanée, si l'abduction de l'avant pied était importante, on fait une plastie en Z ou on peut ne fermer que le tissu sous cutané et laisser cicatriser par seconde intention situation face à laquelle on est rarement confrontée.

#### **f. Radiographie per-opératoire :**

Un contrôle radiographique du pied de profil et de face dorsoplantaire est indispensable pour apprécier la qualité de la réduction ou l'existence de défaut résiduel qui amènerait à reprendre la réduction ou à faire des gestes complémentaires.

Clark et al. , Imhauser, Napiontek, Tachdjian proposent la radiographie per-opératoire afin de confirmer la réduction de la luxation talonaviculaire. [6, 100, 101, 102,103].

**✚ Dans notre série : aucune radiographie n'a été faite en per-opératoire.**

***g. Immobilisation :***

En fin d'intervention, l'immobilisation postopératoire est assurée par une attelle fémoropédieuse genou fléchi et pied en légère flexion plantaire avec un drainage qui est enlevé au 2 ème jour.

Cette attelle est remplacée par un plâtre circulaire fémoropédieux sous anesthésie générale après une semaine. Ce plâtre est confectionné par le même chirurgien avec genou fléchi à 90° et, correction du valgus de l'arrière pied.

Ce plâtre est conservé pendant 6 à 8 semaines puis relayé après ablation des broches par un nouveau plâtre moulant bien la plante surtout en dedans encore au moins 4 à 6 semaines.

**✚ Dans notre série :**

**Un plâtre cruropédieux a été confectionné pendant 2 mois relayé par une orthèse nocturne après ablation de la broche.**



**Figure 52 : radiographie d'un plâtre cruropédieux**



**Figure 53 : radiographie de l'ablation des broches**



**Figure 54 : radiographie d'une semelle concave pour empêcher l'effondrement du médio-pied [5].**

## **5. Gestes chirurgicaux associés :**

### ***a. Arthrodèse extra-articulaire : procédé de GRICE***

L'incision est externe, légèrement concave vers le haut, sous malléolaire de 5 cm, centré sur le sinus du tarse. Les tendons péroniers sont réclinés en arrière, après avoir sectionné le ligament frondiforme. On découvre alors un plan formé par des tissus graisseux à la partie supérieure et le muscle pédieux à la partie inférieure. Il faut veiller à rester en permanence extra-articulaire, ne pas ouvrir capsule et synoviale, si cela était pratiqué par mégarde, il faut refermer cette brèche. Le sinus du tarse est creusé, dégageant ainsi une cavité dans laquelle va être introduit un ciseau à frapper d'un centimètre et demi. La hauteur de ce ciseau va permettre de juger la taille du greffon. Le pied est manipulé en valgus

et en varus, en prenant soin de fléchir le genou et de placer le ciseau dans l'axe de la jambe et du calcanéum. Le varus doit être absolument évité, il vaut mieux garder 5° de valgus. Le greffon sera taillé au dépend de la partie haute de la face du tibia, corticale de 1 cm et demi de large sur 4 cm et demi de haut, que l'on coupera en deux parties trapézoïdales. Un greffon au niveau du péroné peut être pris, sa consistance est meilleure et de nombreux auteurs préfèrent utiliser ce matériel, mais son prélèvement peut entraîner un déséquilibre de la tibiotarsienne. Le lit du greffon sera relativement économique, de manière à obtenir un mariage intime entre les deux surfaces osseuses. La corticale est donc effondrée, en fonction de la taille du greffon.

Le montage est ainsi précis et stable, afin d'éviter les déplacements secondaires. Une fois le greffon impacté, celui-ci doit être dans l'axe longitudinal, parallèlement au tibia, quand la cheville est en position neutre.

Pour éviter le déplacement du greffon secondaire et conserver le plus longtemps possible la bonne réduction de la divergence astragalo-calcaneenne et la correction du valgus, certains auteurs ont préconisé le vissage astragalo-calcaneen, on obtient ainsi une double sécurité concernant la mobilité de la sous astragalienne, assurée d'une part par le greffon et d'autre par la vis qui protège la prise du greffon pendant les 2 premiers mois.


-cette technique a été utilisée de façon routinière par plusieurs auteurs dans le traitement du pied convexe congénital dans le même temps opératoire ou ultérieurement pour corriger le valgus du pied [101, 131, 132, 133, 134,135]. Plusieurs d'entre eux la recommandent après la 2<sup>ème</sup> année de vie [131, 133, 134, 98], **Dodge et al.** [35] la recommandent chez les enfants opérés après l'âge de 3 ans ou chez qui la chirurgie a été indiquée après échec du traitement

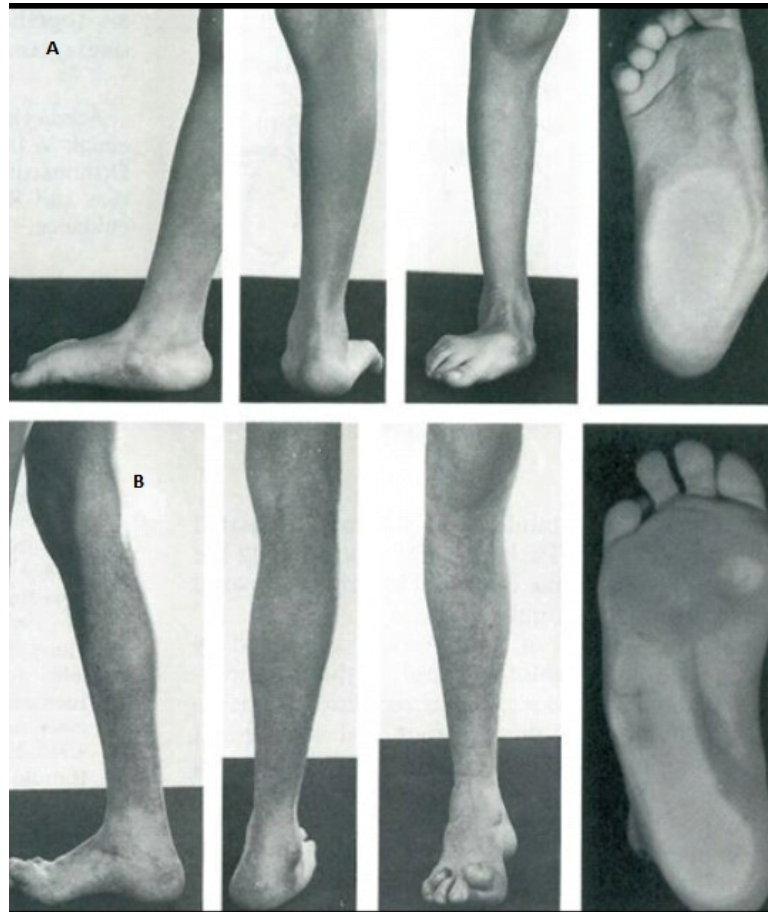
orthopédique, **Duncan** [10]: la recommande pour les enfants entre 3 à 4 ans pour le maintien de la correction.)

-l'intérêt de l'arthrodèse de Grice selon **Napiontek** [6] est de corriger le valgus de l'arrière pied, Il l'a réalisé en association avec la libération péritalienne au cours du 1<sup>er</sup> temps opératoire dans 8 pieds dont l'âge varie entre 2.1 et 8 ans (un âge moyen de 4.1 ans) et au cours du 2<sup>ème</sup> temps opératoire dans 8 pieds avec un intervalle moyen de 2.2 ans. Il rapporte une limitation des mouvements de l'articulation sous talienne ainsi qu'un nombre remarquable d'hypercorrection.

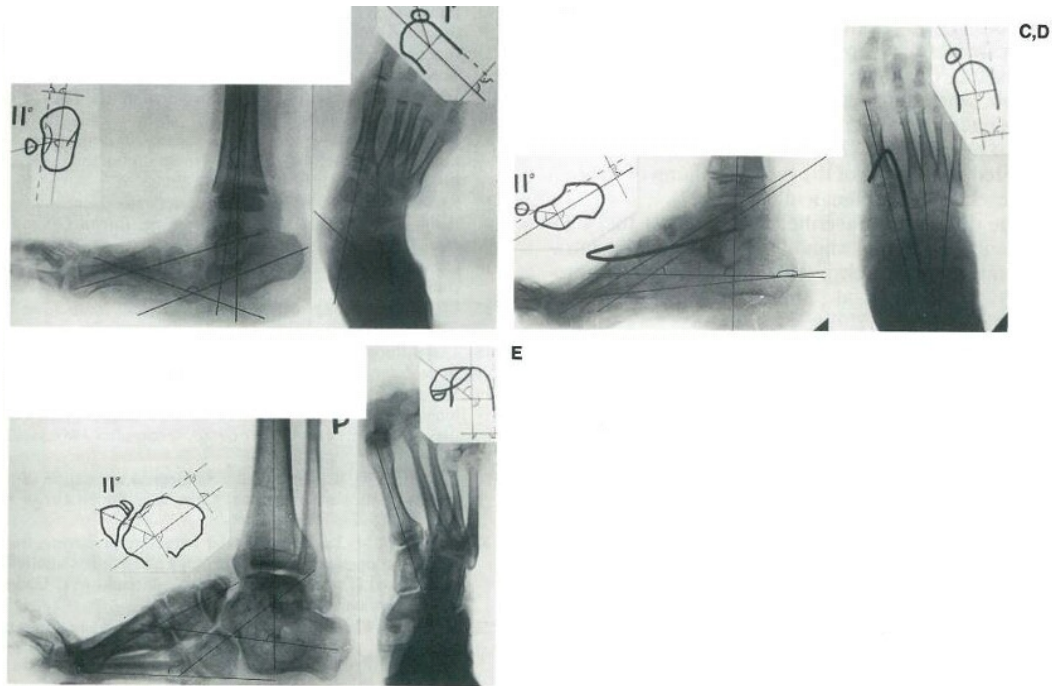
Cette limitation des mouvements de l'articulation sous talienne a été notée aussi par **Charles et al.** [65] qui ont réalisé une arthrodèse associée à une naviclectomie dans un premier temps opératoire chez une fille de 4 ans avec des déformations sévères, après 3 ans de recul. Pour **Oppenheim et al.** [98] l'arthrodèse sous talienne de GRICE leur a permis d'obtenir de meilleurs résultats.

-D'après une étude basée sur la comparaison des différentes techniques utilisées dans le traitement du PCC ainsi que leurs résultats (à partir de 22 articles publiés), **Bosker et al.** [99] rapportent que L'arthrodèse sous talienne ou triple arthrodèse présente un taux moyen de succès de 71% avec un moyen d'âge de 75 mois au moment de l'intervention et que son indication se pose après échec de la naviclectomie avec libération extensive et transfert des tendons ou chez les enfants très âgés.

 **Dans notre série : aucun de nos patients n'a bénéficié d'une arthrodèse de Grice pourtant une arthrodèse astragalo-scaphoïdienne a été réalisée chez un seul garçon à l'âge de 11ans, 6 ans après le 1<sup>er</sup> geste opératoire.**



**Figure 55 : garçon opéré à l'âge de 8 ans (libération médio-latéral+arthrodèse de Grice) avec recul de 14 ans. A-avant l'opération. B- dernier examen montre une hypercorrection de l'arrière pied après l'arthrodèse de Grice avec résultat clinique pauvre. [6]**



**Figure 54 (suite) : C- en pré-opératoire D- radiographie réalisée immédiatement post-opératoire montrant la luxation médiale et dorsale du naviculaire. E- pauvre résultat radiographique au dernier recul [6]**

***b. L'ostéotomie du calcanéum :***

L'ostéotomie du calcanéum a été proposée par Campos Da Paz [30]:

Elle remplace alors la capsulotomie calcaneo-cuboidienne : c'est une ostéotomie de réorientation de l'apophyse antérieure du calcanéum par ouverture dorsale qui peut être maintenue par un embrochage longitudinal de la colonne latérale. Elle a l'avantage de garder les rapports articulaires entre le calcanéum et le cuboïde et d'allonger un peu la colonne latérale ce qui est parfois nécessaire à condition que les parties molles autorisent cet allongement. En cas de brièveté cutanée, cette ostéotomie n'est pas indiquée.

Par l'incision latérale, on tombe directement sur le corps musculaire du court extenseur des orteils : on le soulève de la face supérieure du calcanéum de façon à libérer cette face en extraperiostée jusqu'à son bord médial : là on peut glisser une petite spatule qui permet de repérer l'espace entre le sustentaculum tali en arrière et l'articulation sous-talienne antérieure. La face dorsale du cuboïde est également dégagée des insertions du corps musculaire du court extenseur et l'on voit que la capsule dorsale calcaneo-cuboïdienne est très distendue, ce qui entraîne une subluxation plantaire du cuboïde par rapport au calcanéum.

A la face latérale du calcanéum, la dissection extra-periostée va jusqu'à l'ouverture longitudinale de la gaine du muscle court fibulaire puis celle du long fibulaire. A la plante, on récline le tissu graisseux de façon à bien individualiser en extra-periostée à la face plantaire du calcanéum.

Une fine broche repère est mise en place de la face latérale vers la face médiale du calcanéum de 15 à 20 mm en arrière de l'articulation calcaneo-cuboïdienne. Un contrôle radiologique selon une incidence dorsoplantaire vérifie la bonne position transversale de la broche.

On réalise alors l'ostéotomie du calcanéum à la scie oscillante en suivant le trajet de la broche, et perpendiculairement au grand axe du calcanéum cette ostéotomie est complétée au ciseau fin pour sélectionner la corticale médiale.

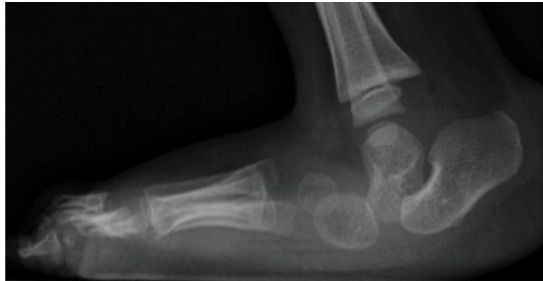


Fig. 2a

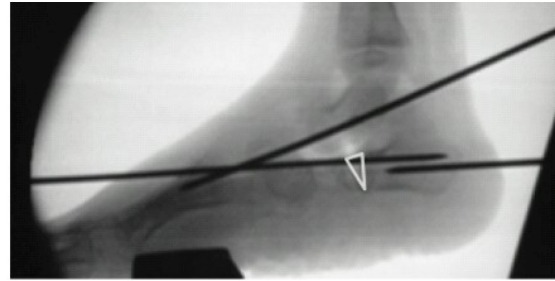
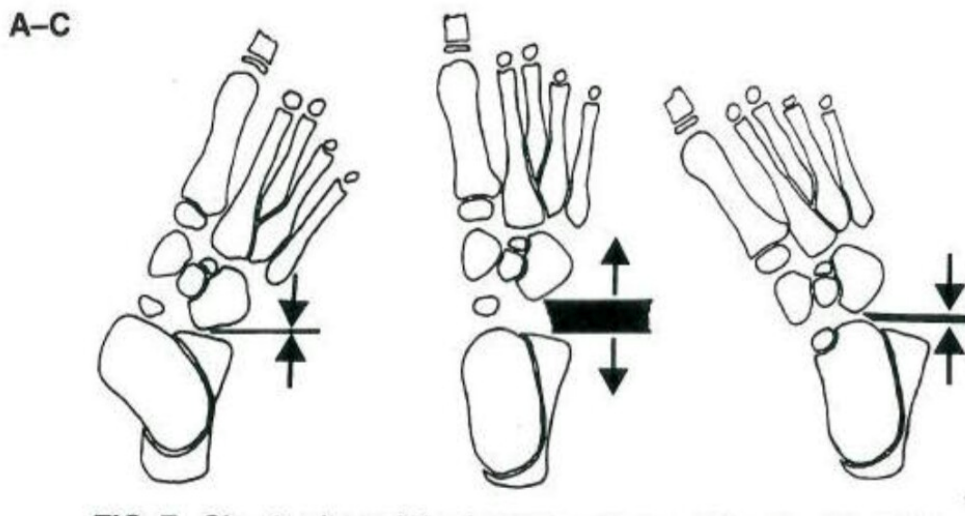


Fig. 2b



Fig. 2c

**Figure 55 : libération médiotarsienne avec réduction chez un garçon de 30 mois. fig 2a- radiographie pré-opératoire de profil. fig 2b- résultat post-opératoire après libération médiotarsienne avec réduction et ostéotomie du calcaneum décrite par Campos Da Paz et al [30] (triangle blanc) figure 2c-résultat au dernier recul à l'âge de 4 ans et demi. [9]**



**Figure 56: la récurrence de la luxation talonaviculaire est due au raccourcissement de la colonne latérale du pied, (A) : avant la réduction (B) : immédiatement après la réduction, on note l'espace vide entre le calcanéum et le cuboïde (C) récurrence de la luxation (médialement et dorsalement) [6].**

Pour Ramanoudjane [9] l'ostéotomie calcanéenne permet de réorienter l'articulation calcaneo-cuboidienne en direction plantaire et d'allonger l'arche longitudinale latérale ce qui permet d'éviter le développement d'un pied plat valgus et la persistance de subluxation dorsale de l'articulation talonaviculaire.

-il a réalisé cette technique dans 5 pieds et aucun d'eux n'a développé un pied plat valgus, le score d'Adelaar moyen était de 7.75 (2 à 9), le score d'AOFAS moyen était de 88 points (70 à 100).

-Les résultats d' Ayadi et al. [5] ont été jugés bon dans 5 cas et moyen dans 5 cas selon le score radio-clinique de Kodros et Dias, après avoir réalisé une libération capsulo-ligamentaire calcaneo-cuboidienne dans 3 cas et une ostéotomie du calcanéum dans 7 cas.

- Napiontek [6] aussi recommande l'ostéotomie calcanéenne pour allonger la colonne latérale du pied. Cependant, Marciniak [104] propose la greffe d'un fragment du péroné au niveau de l'articulation calcanéocuboïdienne.

En revanche, Stone [106] et Robbins [105] recommandent le raccourcissement de la colonne médiale du pied par résection naviculaire.

**✚ Dans notre série : aucun de nos patients n'a subi une ostéotomie du calcanéum.**

### *c. La naviclectomie :*

-la naviclectomie permet de libérer de l'espace pour faciliter la réduction du talus ainsi que de raccourcir l'arche longitudinale médiale, car chez les enfants plus âgés, même après la réduction de la luxation talonaviculaire la différence de longueur entre les 2 arches longitudinales latérale et médiale facilite le retour du naviculaire à sa position initiale sur le talus.

-certains auteurs (Lombardi et al. [108] Clarke et al. [100]) recommandent la naviclectomie après l'âge de 2 ans, car le traitement devient de plus en plus difficile après cet âge à cause des changements osseux secondaires qui apparaissent. [38] alors que d'autres la recommandent après échec des libérations capsulo-ligamentaires et de transfert tendineux [99].pour Eyre Brook propose la naviclectomie dans les déformations sévères.

-Colton a pratiqué la technique de Lloyd-Roberts et rapporte de bons résultats dans 6 pieds en réalisant une scaphoïdectomie totale combinée à la capsulotomie postérieure de la cheville, l'allongement du tendon d'Achille, et le transfert du tendon tibial antérieur sur le col de l'astragale. Charles et al. [65] rapportent également de résultat satisfaisant après avoir réalisé une naviculectomie chez une fille de 4 ans présentant des anomalies osseuses et tissulaires importantes après 3 ans de recul, pour Eyre Brook n'a excisé qu'un coin du naviculaire et s'en servi pour bloquer la tête astragaliennne et maintenir la réduction, une réduction stable a été maintenue dans 4 cas, 5 à 10 ans après l'intervention chirurgicale.

En revanche, d'autres auteurs [Derosa et Ahfeld [62], Fitton et al. [107] Duncan [10] trouvent que cette technique n'est pas nécessaire dans le traitement du pied convexe congénital surtout après libération complète de l'articulation talo-calcaneo-naviculaire.

-le taux de succès moyen de la naviculectomie associée aux gestes de libération et transfert tendineux est estimé à 73% avec un âge moyen de 43.6 mois au moment de la chirurgie. [99]

✚ Dans notre série : un enfant a bénéficié d'une naviculectomie du côté droit à l'âge de 5 ans dans le 1<sup>er</sup> temps opératoire.



**Figure 57 : photographie montrant l'os naviculaire**

*d. Astragalectomie :*

Dépassant les résections osseuses partielles qui intéressaient surtout la tête astragaliennne proposées par Nove-Josserand [79], Lamy [39] avait proposé l'astragalectomie totale considérant que le facteur le plus important était la verticalité de l'astragale, Gibson [80] l'a réalisée de façon bilatérale dans un cas d'arthrogrypose.

Badelon et coll. [7] Ont réalisé une astragalectomie chez 3 enfants entre 4 et 5 ans et demi dans leur série de 71 pieds devant l'importance des déformations de l'astragale et l'impossibilité du rehaussement. Ils

recommandent l'astragalectomie pour les pieds dont les déformations de l'astragale sont trop importantes et surtout si l'enfant est âgé.

Actuellement, la talectomie n'est plus réalisée en 1<sup>ère</sup> intention.

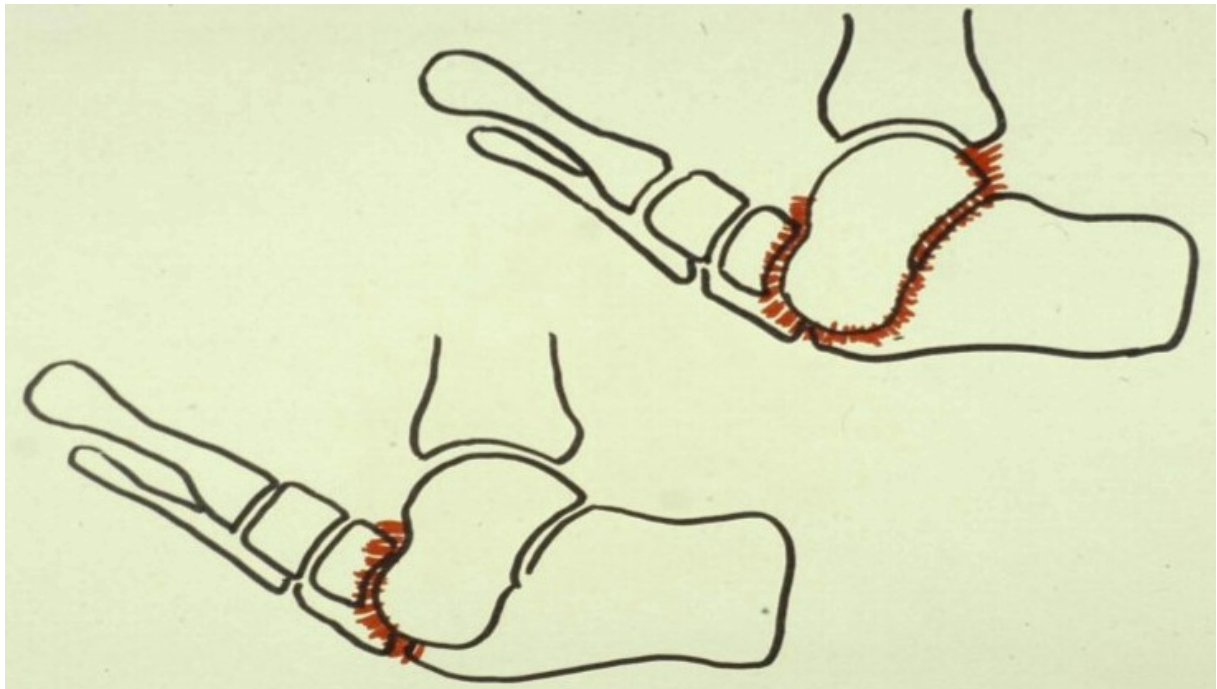
Selon certains auteurs (Seringe) elle n'est pas justifiée dans le traitement du pied convexe congénital.

## **6. Les libérations péritaliennes [116]**

Cette opération n'est pas très logique, mais elle a été utilisée par de nombreux auteurs probablement du fait de l'appellation : « congénital vertical talus » qui attire l'attention sur le talus. cette chirurgie implique une libération extensive de la capsule sous-talienne en arrière, en dedans et même souvent en dehors avec parfois section du ligament interosseux talocalcanéen ainsi qu'une libération talonaviculaire par un abord antérolatéral, suivie quelques semaines plus tard par une libération postérieure. Elle est de moins en moins utilisée.

Le tout explique les résultats qui ne sont pas bons puisqu'ils associent des échecs de réduction, des réductions incomplètes et surtout des nécroses du talus, lors de l'étude de Napiontek [6] seulement 6% des cas (2 pieds parmi 320) présentent une réduction de l'articulation talonaviculaire 9 ans après une libération péritalienne avec un taux de nécrose avasculaire du talus > 53% et une complète destruction de la tête du talus dans 21% des cas. Pour Ramanoudjane [9], la divergence talocalcanéenne est surestimé de façon erronée ce qui rend cette technique chirurgicale inadéquate pour le traitement du pied convexe congénital.

En revanche, aucun cas de nécrose du talus n'a été noté par Zorer et al . [42] qui a réalisé une libération péri taliennne avec libération sous taliennne complète par voie Cincinnati chez 17 pieds (12 patients) avec un recul de 42.9 mois, les résultats ont été considérés excellents dans 5 pieds, 8 bons, 2 moyens et 2 pauvres. Pour Adelaar et al. [109] sur une série de 15 pieds, les résultats ont été jugés excellents dans un seul cas, bons dans 12 cas, moyennes dans 3 cas et mauvais dans 2 cas après 5 ans de recul.



**Figure 58 : illustration de la libération péri taliennne (en haut) et la libération médiotarsienne**

### **7. Les libérations dorsales de l'articulation médiotarsienne**

Cette technique utilise un abord dorsal transversal oblique permettant une libération complète des rétractions dorsales mais sans capsulorrhaphie

talonaviculaire inférieure. Elle est parfois associée à un geste de libération postérieure simple ;

Décrite par Seimon [38] en 1987, le long extenseur de l'hallux et le 3<sup>ème</sup> péronier ont été allongés et l'articulation talo-naviculaire a été réduite et maintenue avec une broche de Kirchner et le tendon d'Achille a été allongé en percutanée.

Cette approche a donné lieu à une excellente correction esthétique dans 7 pieds et une bonne correction dans 3 pieds chez des enfants moins de 2 ans.

Stricker et Rosen [45] et Mazzocca et collègues [46] ont publié leurs expériences avec la technique de Seimon.

Dans le travail de Stricker et Rosen intéressant 13 patients (20 pieds), 17 pieds ont eu de bons résultats et 3 pieds ont eu des résultats moyens avec un suivi moyen de 41 mois, Ils ont conclu que cette technique conduit à une bonne correction avec des pieds plantigrades et indolores, en particulier chez les patients moins de 27 mois.

Pour Mazzocca et al. ont réalisé une étude comparative entre 25 pieds traités par libération postéro-médiale et 8 pieds par libération dorsale, ils ont montrés que les 2 techniques peuvent réduire de façon satisfaisante les différents anomalies dans le pied convexe congénital, mais la libération par abord dorsal demande moins de temps et donne de meilleurs résultats cliniques et moins de complications après 3 ans de recul.

### **8. Libération transverse du tarse :**

Cette libération est logique, avec un allongement de tous les muscles extenseurs. Elle est à prédominance dorsale et doit être complétée par une

capsulorrhaphie plantaire du ligament glénoïdien et souvent, par nécessité, un allongement du tendon d'Achille pour mieux corriger l'équin de l'arrière-pied et réaligner le médio-avant-pied sur l'arrière-pied. Elle comporte plusieurs temps.

- L'incision postéro médiale permet d'identifier et de détacher temporairement le tendon du tibial postérieur, d'identifier le paquet vasculo-nerveux, les tendons des fléchisseurs. Le ligament glénoïdien et toute la capsule talonaviculaire sont ouverts ; l'os naviculaire est détaché de la face dorsale du col du talus. À ce stade de l'intervention, la réduction talonaviculaire n'est pas possible du fait de la brièveté des tendons extenseurs.

- Une incision au tiers inférieur de la loge antérieure de la jambe permet un allongement « blanc-rouge » de la totalité des tendons : tibial antérieur, long extenseur de l'Hallux, long extenseur des orteils, troisième fibulaire. Si nécessaire, un allongement distal supplémentaire du tibial antérieur peut être réalisé. À ce stade de l'intervention, si la réduction n'est pas possible, il faut faire le temps latéral.

- L'incision dorsolatérale sur l'articulation calcanéocuboïdienne avec deux possibilités :

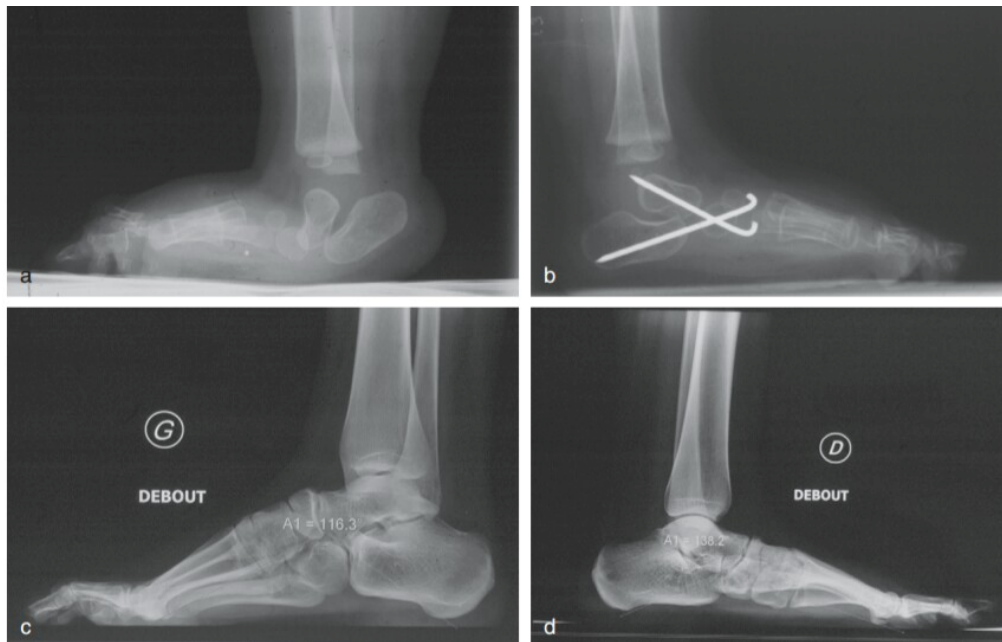
- soit une libération capsulaire circulaire de l'articulation calcanéocuboïdienne

- soit une ostéotomie distale du calcaneus suivie d'un bâillement dorsal pour réorienter en monobloc toute l'articulation calcanéocuboïdienne avec la grande apophyse par rapport au reste du calcaneus (un greffon osseux pour maintenir le bâillement dorsal est souvent nécessaire) .

•Lorsque les deux colonnes longitudinales du pied sont bien libérées, la réduction de la luxation transverse du tarse est facile à obtenir et maintenue par un embrochage des deux colonnes. Pour la colonne médiale, la broche est mise d'avant en arrière dans la tête puis le col et le corps du talus, elle ressort temporairement en arrière en réclinant les vaisseaux tibiaux postérieurs et elle est réenfoncée d'arrière en avant dans le naviculaire et le cunéiforme médial au moment de la réduction. La colonne latérale est embrochée d'avant en arrière à partir du cuboïde. Les contrôles radiographiques per opératoires sont indispensables pour apprécier la qualité de la réduction.

• Une attelle postérieure pendant une semaine permet d'attendre que le pied dégonfle pour faire le plâtre fémoropédieux avec anesthésie générale vers le 7<sup>e</sup> jour postopératoire. Vers le 45<sup>e</sup> jour, le genou est libéré de façon à transformer le plâtre fémoropédieux en une botte de marche pour 6 semaines supplémentaires.

Le risque de récurrence étant bien connu, il est conseillé de laisser les broches environ 6 mois supplémentaires et de protéger le pied par une coque talonnière pendant cette période.



**Figure 59: bon résultat initial du traitement chirurgical chez un enfant de 1 an par libération de l'articulation transverse du tarse et allongement du tendon d'Achille (PCC idiopathique bilatéral. a) pré-opératoire à 1 an. b) post-opératoire à 1 an 3 mois. c, d) à 18 ans. Les deux pieds présentent des déformations installées progressivement à partir de l'âge de 6 ans : cavovarus à gauche (c) sans gêne fonctionnelle, valgus de l'arrière pied et du médio-avant pied à droite (d) avec douleurs après une marche de 2h. [18]**

La diversité de ces techniques témoigne des difficultés du traitement chirurgical du pied convexe congénital. Toutes ces techniques essaient de trouver un compromis entre des libérations extensives avec le risque de nécrose du talus ou du naviculaire et des libérations économes avec le risque de correction insuffisante.

-Indépendamment de la technique chirurgicale, Florensa et al. [117] considèrent que la correction des formes idiopathiques donne de meilleurs résultats. En revanche, dans les cas d'arthrogrypose ou de dysraphisme spinale les résultats sont moins bons en raison des rétractions sévères des parties molles ainsi que chez les enfants plus âgés dont la croissance incontrôlée de la tête et le col de l'astragale rend la colonne longitudinale médiale trop longue ce qui

aggrave la déformation. Dans ce cas, l'excision du naviculaire ou l'ostéotomie du calcanéum devient nécessaire pour égaliser la longueur des colonnes médianes et latérales.

Alors, il faut discuter les indications chirurgicales avec beaucoup de prudence.

## **IX. Résultats :**

L'évaluation du résultat clinique est souvent subjective, certains scores ont été décrits dans la littérature [100, 64, 58,38]. Ainsi, il est très difficile de comparer les résultats de différentes séries publiées. L'évaluation des résultats radiologiques est plus objective, mais là encore, les méthodes proposées ne permettent pas de comparer les résultats.

Dans la majorité des publications, les résultats sont loin d'être parfaits, excepté pour Raab et al. [8] qui observent de bons résultats sans aucune complication dans la totalité de leur série de 14 pieds dont l'âge varie entre 7 mois et 2 ans et demi avec un recul moyen de 3 ans et demi.

Les échecs complets sont rares mais la persistance d'une subluxation résiduelle partielle de l'articulation talo-naviculaire est fréquente ainsi que la nécrose avasculaire du talus surtout en cas de libération péritaliennne.

L'insuffisance tricépitale est l'une des principales complications qu'il faut rechercher après allongement du tendon d'Achille, et le pied plat valgus représente un défaut remarquable dans certaines séries.

A l'opposé, les résultats des interventions chirurgicales combinant une libération médio-tarsienne et un simple geste postérieur sont bien meilleurs que ceux des libérations péritaliennes.

Rombouts [61] n'observe qu'un cas de nécrose de talus dans sa série de 32 cas, Seimon [38] a de bons résultats dans l'ensemble de sa série de 10 pieds opérés avant l'âge de 2 ans (7 excellents et 3 bons). Daumas [60] dans sa série de 26 cas a observé 3 cas de nécrose avasculaire du talus mais cela concernait les trois plus anciens cas de sa série avec une libération péritalienne. R. Seringe [15] a observé dans sa série de 31 pieds (âge moyen 2 ans et 10 mois) 9 pieds plats valgus avec une récurrence partielle de la subluxation talonaviculaire et le développement progressif de l'arrière pied en valgus.

Récemment, les excellents résultats obtenus par la reverse ponseti suivie d'une chirurgie limitée proposée par Dobbs et al. [50] ainsi que l'étude comparative faite par Yang et al. [110] entre les résultats des gestes limités et des libérations extensives constituent un progrès intéressant dans le traitement du pied convexe congénital

Yang et al. ont réalisé une étude comparative entre 16 enfants (24 pieds) traités par des gestes limités et 11 enfants âge moyen 6.6 mois (18 pieds) traités par des libérations extensives âge moyen 15.2 mois ils rapportent que les gestes limités donnent de meilleurs scores cliniques et moins de complications après un recul minimal de 5 ans.

-Indépendamment de la technique chirurgicale, Florensa et al. [117] considèrent que la correction des formes idiopathiques donne de meilleurs résultats. En revanche, dans les cas d'arthrogrypose ou de dysraphisme spinale les résultats sont moins bons en raison des rétractions sévères des parties molles ainsi que chez les enfants plus âgés dont la croissance incontrôlée de la tête et le col de l'astragale rend la colonne longitudinale médiale trop longue ce qui aggrave la déformation. Dans ce cas, l'excision du naviculaire ou l'ostéotomie

du calcanéum devient nécessaire pour égaliser la longueur des colonnes médianes et latérales.

Alors, il faut discuter les indications chirurgicales avec beaucoup de prudence.-l'impossibilité de comparer les différentes séries publiées est à l'origine de l'absence de consensus qui persiste à ce jour dans la conduite à tenir devant un pied convexe congénital.

❖ Nous rapportons ici les résultats de l'étude de 22 articles (212 pieds) publiés [99] par différents auteurs et qui nous permettra d'avoir une idée sur les techniques chirurgicales les plus utilisées dans traitement du pied convexe en fonction de l'âge et des anomalies associées :

**Chez les patients <24 mois** : la libération extensive avec allongement tendineux et les procédures de fixation sont les techniques les plus utilisées avec taux moyen de succès de 71%. La libération extensive avec transfert tendineux sont utilisés en 2<sup>ème</sup> intention avec un taux moyen de succès de 74%.

**Chez les enfants <24mois avec anomalies du tube neural** : la libération extensive avec transfert tendineux semblerait être la technique de choix.

**Chez les enfants >24mois** : La libération extensive avec transfert tendineux est la technique la plus utilisée chez cette catégorie d'âge avec un taux de succès de 73%. Le taux de succès moyen de la libération extensive avec un allongement tendineux et une procédure de fixation est de 46%.

Pour les différentes procédures osseuses, elles ne sont indiquées qu'après échec des techniques précédentes ou chez les enfants âgés. Les meilleurs résultats ont été obtenus chez les enfants plus de 4 ans.

**Tableau 1 : résultats de 6 techniques chirurgicales différentes chez des nourrissons entre 0-24 mois [99]**

0-24 mois	0-24 mois	L'âge moyen au moment de l'intervention (mois)	Nombre de pied	Recul moyen par mois	Résultats
ETLF*	ETLF*	9.6 (0.24-24)	78	59.3 (3-251)	55 bons 8 moyens 15 pauvres
ETT*	ETT*	15.6 (5-24)	43	53.7 (8-184)	32 bons 5 moyens 6 pauvres
WN*	WN*	9.6 (9-11)	3	89 (72-120)	3 bons 0 moyens 0 pauvres
NE*	NE*	14.5 (5-24)	4	30 (24-36)	2 bons 2 moyens 0 pauvres
NERT*	NERT*	11.2 (3-18)	8	19.2 (12-48)	8 bons 0 moyens 0 pauvres
STA*	STA*	14.6 (3-24)	4	30 (24-41)	4 bons 0 moyens 0 pauvres

ETLF : libération extensive+allongement tendineux+procédure de fixation.

ETT : libération extensive+transfert tendineux.

WN : excision du bord naviculaire.

NE : naviculectomie.

NERT : naviculectomie, libération extensive et transfert tendineux.

STA : arthrodèse sous taliennne / triple arthrodèse.

**Tableau 2 : résultats de 6 techniques chirurgicales différentes chez des enfants âgés de plus de 24 mois [99]**

>24 mois	L'âge moyen au moment de l'intervention (mois)	Nombre de pied	Recul moyen par mois	Résultats
ETLF*	40.4 (25-72)	13	76 (24-207)	6 Bons 3 Moyens 4 Pauvres
ETT*	42 (26-84)	22	67 (12-154)	16 Bons 3 Moyens 3 Pauvres
WN*	96	1	84	1 Bon
NE*	37 (32-42)	4	57 (24-96)	1 Bon 2 Moyens 1 Pauvre
NERTT*	43.2 (25-78)	15	41.7 (18-65)	11 Bons 1 Moyen 3 Pauvres
STA*	75 (36-156)	17	78 (12-180)	12 Bons 3 Moyens 2 Pauvres

\*

ETLF : libération extensive+allongement tendineux+procédure de fixation.

ETT : libération extensive+transfert tendineux.

WN : excision du bord naviculaire.

NE : naviclectomie.

NERT : naviclectomie, libération extensive et transfert tendineux.

STA : arthrodèse sous talienne / triple arthrodèse.

**Tableau 3 : résultats de 2 techniques chirurgicales chez des enfants avec des anomalies congénitales selon la classification de Hamanishi [99] :**

	<b>0-24 mois</b>	<b>L'âge moyen au moment de l'intervention (mois)</b>	<b>Nombre de pied</b>	<b>Recul moyen par mois</b>	<b>Résultats</b>
<b><u>Anomalies du tube neural</u></b>	ETLF*	11 (3-220)	18	72 (3-220)	10 Bons 3 Moyens 5 Pauvres
	ETT*	23 (12-24)	9	36 (12-60)	7 Bons 0 Moyens 2 Pauvres
<b><u>Anomalies neuromusculaires</u></b>	ETLF*	9.6 (5-18]	5	33 (12-62)	4 Bons 1 Moyen 0 Pauvres
	ETT*	14 (8-24)	6	51.2 (12-94)	4 Bons 0 Moyens 2 Pauvres
<b><u>Anomalies Chromosomiques</u></b>	ETLF*	8 (6-12)	5	92.6 (28-204)	2 Bons 1 Moyens 2 Pauvres
	ETT*	5	2	16.5 (8-25)	1 Bon 0 Moyens 1 Pauvre
<b><u>Malformation</u></b>	ETLF*	11.3 (1-22)	20	58.3 (14-144)	14 Bons 2 Moyens 4 Pauvres
	ETT*	16 (11-22)	5	79.6 (24-180)	4 Bons 0 Moyens 1 Pauvres
<b><u>Idiopathiques</u></b>	ETLF*	9.5 (1 semaine-24 mois)	30	53.3 (18-251)	26 Bons 1 Moyen 3 Pauvres
	ETT*	10.3 (6-24)	11	47,9 (25-184)	9 Bons 2 Moyens 0 Pauvres

ETLF : libération extensive+allongement tendineux+procédure de fixation.

ETT : libération extensive+transfert tendineux.

❖ D'après les résultats de cette étude, pour réussir le traitement chirurgical du pied convexe congénital et obtenir de meilleurs résultats thérapeutiques il faut suivre les modalités suivantes : figure 1 et 2



**Figure 60: radiographie antéropostérieure et latérale du pied droit d'un garçon de 5 mois en pré-opératoire**



**Figure 60: radiographie de face et de profil 5 ans plus tard chez le même patient, articulation talonaviculaire normale avec angles tibioalcaneen et tibiotalien normaux.**

[8]



**Figure 61 : vue médiale d'un pied 5 ans après l'opération avec un excellent résultat esthétique et fonctionnel [8].**

## **X. Evolution et Complications du traitement**

### **1. Nécrose cutanée :**

Cette complication est possible quand il y a une perte de substance cutanée à la face antéro-latérale du pied après correction de la déformation ; dans les cas où la peau ne peut être fermée sans tension, il est préférable de laisser la peau ouverte pour une cicatrisation par seconde intention. Dans certains cas, chez les enfants porteurs d'une arthrogrypose avec une inégalité sévère entre les deux colonnes longitudinales du pied, la brièveté de la colonne latérale peut conduire à raccourcir la colonne médiale par naviclectomie ce qui permet non seulement de redonner au pied une architecture tout à fait satisfaisant mais également de permettre la fermeture cutanée sans tension.

Aucune nécrose cutanée n'a été notée par **Ayadi et al. [5 ]** un seul cas d'infection superficielle de l'orifice des broches a été noté.


Certains auteurs (Mazzocca et al. [46], fitton [107]) recommandent la libération transverse afin d'éviter tout problème cutané.

 **Dans notre série : aucune nécrose cutanée n'a été rapportée.**

## **2. La diminution de la mobilité :**

La diminution de la mobilité a été rapportée par plusieurs auteurs, Elle intéresse surtout l'articulation tibio talienne et sous talienne. Seringe relie la raideur tibiotarsienne à la capsulotomie tibiotarsienne postérieure pourtant que, la diminution de la mobilité de l'articulation sous talienne est secondaire à l'arthrodèse sous talienne de Grice et à la libération latérale selon Napiontek [6 ], Ayadi [5 ] le seul chez qui il a observé une diminution de la mobilité de l'articulation tibio-talienne était un enfant atteint de l'arthrogrypose.

Alors que d'autres auteurs considèrent que cette raideur fait partie de la maladie.

 **Dans notre série : une diminution de la mobilité a été observée chez 2 enfants avec un pied convexe l'un secondaire à une arthrogrypose et l'autre à une dysgraphie spinale et chez un cas idiopathique.**



**Figure 62: aspect radiologique d'un pied en post-opératoire montrant une légère déformation du dôme talien, du naviculaire et une diminution de l'amplitude de la flexion dorsale de la cheville [5].**

### **3. Hypocorrection :**

Cette complication ou mieux ce défaut de correction chirurgicale est expliqué par une libération incomplète des parties molles ; ainsi, la meilleure connaissance de l'anatomie pathologique devrait permettre de l'éviter. Il est donc fondamental de libérer toutes les structures anatomiques rétractées, en y associant d'autres gestes éventuels, décidés au fur et à mesure de l'intervention. Malgré une libération complète, une hypocorrection est toujours possible si les paramètres exacts de la réduction parfaite ne sont pas contrôlés par les radiographies peropératoires.

L'expérience nous a montré qu'il fallait obtenir un certain degré d'hypercorrection macroscopique apparente de l'articulation médio-tarsienne (en abaissant suffisamment l'os naviculaire par rapport à la tête du talus de même que le cuboïde par rapport à la grande apophyse du calcaneum).

Une hypocorrection a été retrouvée sur une radiographie post opératoire dans deux pieds chez une fille atteinte d'une arthrogrypose parmi un groupe de 10 pieds opéré par Ayadi et al [5].

✚ **Dans notre série : l'hypocorrection a été notée chez 3 cas.**

#### **4. L'insuffisance tricipitale :**

L'insuffisance tricipitale est une complication fréquente, elle est secondaire à l'allongement du tendon d'Achille, Seringe souligne qu'elle doit être recherchée après un traitement chirurgical.

Ayadi et al. [5] ont observé une insuffisance tricipitale chez deux enfants (2 pieds) avec impossibilité de marcher sur la pointe du pied dans leur série de 10 enfants (14 pieds) avec un recul minimal de 5 ans. Alors que, Napiontek [6] rapporte une insuffisance tricipitale chez 14 pieds parmi 25 qui ont subi un allongement du tendon d'Achille avec un recul moyen de 9.2 ans.

✚ **Dans notre série : on a observé une insuffisance tricipitale chez un de nos patients (observation n°5).**

#### **5. La nécrose avasculaire du talus :**

C'est une complication fréquente de la libération péritalienne, Napiontek [6] rapporte un taux supérieur à 53% (17 pieds) de nécrose avasculaire du talus avec une destruction complète de la tête du talus dans 21% (7 pieds).

Lors de l'étude comparative de Mazzoca et al.[46] 12 cas de nécrose avasculaire du talus ont été rapportés chez les patients traités par la voie postéro-médiale, cependant aucun cas n'a été rapporté dans le groupe traité par la libération transverse.

Seringe recommande de respecter l'articulation sous talienne afin d'éviter la dévascularisation du talus.

✚ Dans notre série : aucune nécrose avasculaire du talus n'a été notée.

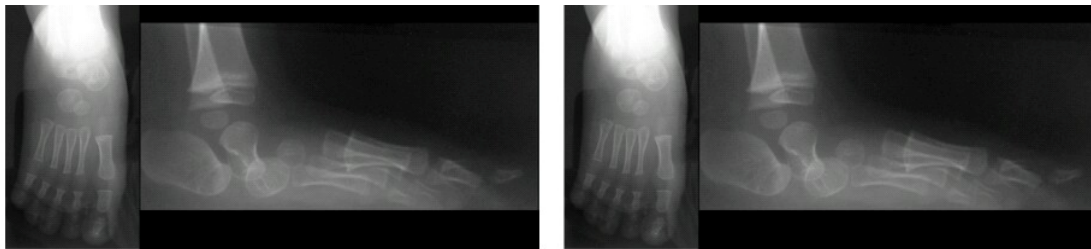


Fig. 3a

Fig. 3b



Fig. 3c

**Figure 63 : radiographie montrant l'évolution vers un pied bot varus ou valgus. fig 3a- garçon de 2ans et demi avec pied convexe congenital. Fig 3b- résultat post-operatoire après libération médiotarsienne et réduction. Fig 3c- évolution en pied en Z à l'âge de 21 ans : noter l'arthrite médiotarsienne**

## **6. La récurrence de la déformation :**

Un certain degré de récurrence de la subluxation médio-tarsienne est possible après une correction chirurgicale, soit précocement, soit plus tardivement et insidieusement [118] la cause d'une récurrence vraie peut être liée à l'absence des structures anatomiques de la plante (élongation de l'aponévrose plantaire, distension ou absence des muscles plantaires). C'est la raison pour laquelle il est important de réaliser une capsulopastie plantaire du ligament glénoïdien après

réduction de la luxation talo-naviculaire. Dans la même optique, le transfert du tendon du tibial antérieur vers l'arrière sur le col de l'astragale pour renforcer l'insertion du tibial postérieur [98] semble justifié. En outre, la période d'immobilisation par les broches et le plâtre doit être aussi longue que possible : 3 mois pour le plâtre et peut être davantage pour les broches. Cependant, chez des patients plus âgés que 2 ou 3 ans, une arthrodèse extra-articulaire de Grice associée à la correction chirurgicale peut être indiquée, soit de façon primaire soit secondairement [98].

Au cours de l'étude d'Ayadi et al. [5] la récurrence de la déformation n'a pas été observée grâce à la réalisation systématique de la capsulorrhaphie talonaviculaire inférieure, la période d'immobilisation post-opératoire prolongée et l'appareillage (attelle nocturne et semelle concave) mis de façon systématique.

 **Dans notre série : aucune récurrence n'a été notée.**

## **7. Pied plat valgus /pied plat:**

Un des principaux défauts dans notre étude comme dans celle de Seringe [15] et Ramanoudjane [9] est le pied plat valgus.

La différence de longueur entre la colonne médiale et latérale (la colonne latérale raccourcie) peut conduire au développement d'un pied plat valgus, Ramanoudjane et al. [9] recommandent l'ostéotomie du calcaneum décrite par Campoza Paz [30] pour allonger la colonne longitudinale latérale et éviter cette complication. Comme ils proposent aussi d'éviter le transfert du tibial antérieur.

**✚ Dans notre série : nous avons observé 5 pieds plats valgus.**

### **8. Hypercorrection :**

Cette complication est une déformation progressive en creux interne probablement secondaire à un déséquilibre musculaire. La prévention est donc très difficile.

Les hyperréductions n'ont pas été vraiment décrites jusqu'à maintenant, 5 cas de pied en varus et en adduction dans les résultats de Herndon [44] Eyre-Brooke [41] Harrold [115] et Clark [100]. 3 d'entre eux n'avaient pas d'allongement du tendon d'Achille. Ainsi, Napiontek [6] rapporte un nombre remarquable d'hypercorrection après réalisation une libération péritalienne associée à une arthrodèse extra articulaire de Green-Grice.

**✚ Dans notre série : on n'a observé aucun cas d'hypercorrection.**

### **9. Douleurs résiduelles :**

Plusieurs auteurs ont rapportés des douleurs résiduelles mais l'intensité varie d'un patient à l'autre, Dodge et al. [35 ] rapportent des douleurs pour des activités quotidiennes chez un seul pied traité orthopédiquement et des douleurs résiduelles après des activités excessives chez 5 pieds, cependant Ayadi et al. [5] rapportent des douleurs au niveau de 2 pieds après une marche prolongée chez un seul patient, alors que Napiontek [6] ne rapporte que des douleurs occasionnelles après une libération péritalienne chez 15 patients avec 13 ans et demi de recul.

**✚ Dans notre série : la douleur n'a été observée chez aucun de nos patients.**

## **10. Nécrose naviculaire :**

C'est une complication rare puisqu'elle n'a été rapportée que par **Ayadi et al. [5]** chez 3 cas, elle a été partielle dans 2 cas et totale dans 1 cas, mais sans retentissement fonctionnel dans tous les cas.

 **Dans notre série : aucune nécrose naviculaire n'a été observée.**



## **XI. Le devenir du pied convexe à l'âge l'adulte**

Le pied convexe congénital ne devient jamais normal cliniquement et radiologiquement à l'âge adulte, quels que soient la précocité et le type de traitement. D'après les études à court et moyen terme publiées on a recueillie les éléments suivants :

- Les anomalies cliniques résiduelles :
  - la douleur d'intensité différente.
  - persistance de l'équin de l'arrière pied.
  - abduction de l'avant pied.
  - limitation de la supination et de l'éversion.
  - limitation de la flexion dorsale et plantaire.
  - pied plat valgus.
- Les anomalies radiologiques résiduelles :
  - hypo-correction.
  - la récurrence de la luxation.

## **XII. Les différentes classifications pour l'évaluation des résultats:**

Plusieurs classifications ont été établies pour l'évaluation des résultats et de contrôler l'effet des interventions.

A. **Score radio-clinique de Kodros et Dias [58]** : comporte 17 critères : 11 critères cliniques et 6 critères radiologiques.

Le résultat est considéré comme :

Excellent si le score est à 17

Bon : 14 à 16

Moyen : 11 à 13

Mauvais : < 11

### **Les critères cliniques de la classification de Kodros et Dias :**

Critères cliniques	Score : 1	Score : 0
-aspect esthétique du pied	Acceptable	Mauvais
-flexion dorsale du pied	>0°	<0°
-flexion plantaire du pied	>20°	<20°
-mobilité de la sous taliennne	1 ou ½	0
-protrusion osseuse anormale	Absente	Présente
-problèmes cutanés	Absente	Présents
-aspect de l'arche longitudinale médiale	Rectiligne	Présence de cassure
-alignement de l'arrière pied	Aligné	Valgus exagéré
-alignement de l'avant pied	Aligné	Non aligné
-chaussures spéciales	Non	Oui
-douleur	Non	Oui

**Les critères radiologiques de la classification de Kodros et Dias :**

Critères radiologiques	Score : 1	Score : 0
-angle talocalcanéen de face.	Normal	Anormal
-angle talus-M1 de face	Normal	Anormal
-angle talocalcanéen de profil	Normal	Anormal
-angle talus-M1 de profil	Normal	Anormal
-Equin de l'arrière pied	Absent	Present
-subluxation talonaviculaire	Non	Oui

**B. Le score d'Adelaar et al. [136]:**

L'absence de chaque élément donne un point, ainsi 3 catégories de résultats sont définies en fonction du nombre de points.

Score >7 : bon résultat

Score de 4 à 6 : moyen résultat

Score à 3 : mauvais résultat

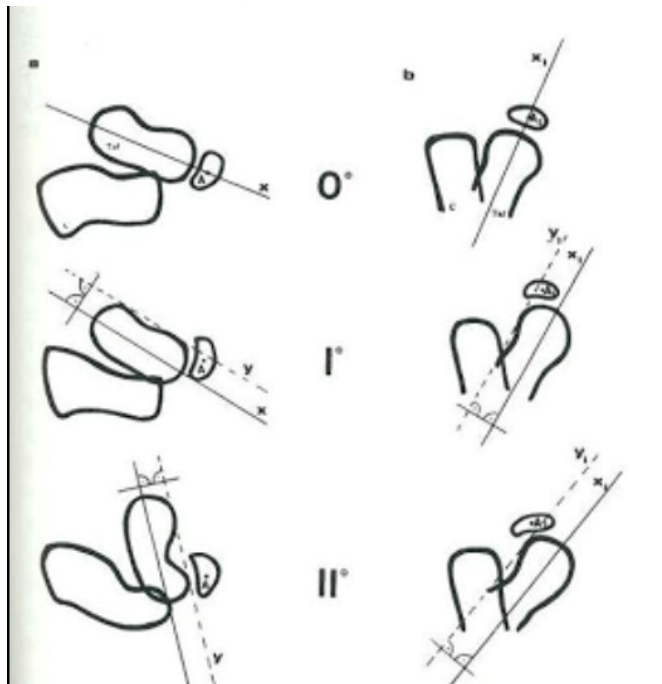
Les critères du score	Résultat
-cliniques : Mauvais aspect esthétique du pied Perte de la mobilité sous talienne Saillie de la tête astragaliennne Perte de l'arche longitudinale médiale Valgus de l'arrière pied Chaussures spéciales (Abnormal shoe wear)	
-radiologiques : Angle talonaviculaire anormal Equin de l'arrière pied Axe talo-métatarsien anormal Subluxation talonaviculaire	

**C. Napiontek : évaluation de la réduction de la luxation talonaviculaire et calcanéocuboïdienne [6]:**

0 : complète réduction

1 : dislocation de 1<sup>er</sup> grade

2 : dislocation de 2<sup>ème</sup> grade



**Figure 64: évaluation de la réduction de la luxation talonaviculaire et calcanéocuboïdienne : sur une radiographie de face et profil : 0° réduction I° luxation du 1<sup>er</sup> degré II° luxation du 2<sup>ème</sup> degré [6]**

(x et x1 : axes du talus, y et y1 tangentes à la tête du talus et parallèles à x et x1, A et A1 centres du naviculaire)

**D. American orthopedic foot and ankle society (AOFAS)  
midfoot scale in 100 points [137]:**

<b><u>-Douleur:</u></b>	<b><u>40 points</u></b>
-Absente	40
-Minime, occasionnelle	30
-Modérée, quotidienne	20
-Sévère, continue	0
<b><u>-fonction:</u></b>	<b><u>45 points</u></b>
-Pas de limitation d'activité, pas de support.	10
-Pas de limitation pour les activités quotidiennes, limitation pour les activités récréatives, aucun support.	7
-Limitation des activités quotidiennes, utilisation de cannes.	4
-Limitation importante des activités quotidiennes : béquilles, fauteuil roulant.	0
<b><u>-périmètre de marche :</u></b>	
>6	5
4 à 6	4
1 à 3	2
<1	0
<b><u>-les chaussures :</u></b>	
Fashionable, conventional, no insert required	5
Comfort foot wear, shoe insert	3
Modifies shoes or brace	0
<b><u>-terrain de marche:</u></b>	
-Pas de difficultés	10
-Certaines difficultés : terrain accidenté, échelles, escaliers.	5
-Difficultés importantes : terrain accidenté, échelles, escaliers	0
<b><u>- anomalie de la démarche</u></b>	
-aucune, légère	
-manifeste, apparent	10
-marquée	5
	0

<p><b>-Alignement:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bon, pied plantigrade, pied bien aligné</li> <li>-Moyen, pied plantigrade, présence certain degrés de mal alignement, asymptomatique</li> <li>-mauvais, pied non plantigrade, symptomatique</li> </ul>	<b><u>15 points</u></b>
	<b>15</b>
	<b>8</b>
	<b>0</b>

### E. Questionnaire de laaveg et ponseti [138]:

Catégories	points
Satisfaction (20 points) Je suis : a) très satisfait du résultat final b) satisfait du résultat final c) ni satisfait ni insatisfait du résultat final d) pas satisfait du résultat final e) très insatisfait du résultat final	20 16 12 8 4
Fonction (20 points) : Dans ma vie quotidienne, mon pied a) ne limite pas mes activités b) limite de temps en temps mes activités pénibles c) limite généralement mes activités pénibles d) limite mes activités de routine e) me limite à la marche	20 16 12 8 4
Douleur (30 points) : Mon pied : a) n'est jamais douloureux b) provoque parfois une légère douleur lors des activités intenses c) est généralement douloureux après les activités exténuantes seulement d) est parfois douloureux pendant les activités de routine e) est douloureux pendant la marche	30 24 18 12 6



*CONCLUSION*

-Le pied convexe congénital est une déformation congénitale rare mais de pronostic sévère. Il est reconnu avant tout cliniquement, l'examen radiologique intervient pour le différencier des autres déformations similaires et pour apprécier l'évolution sous traitement.

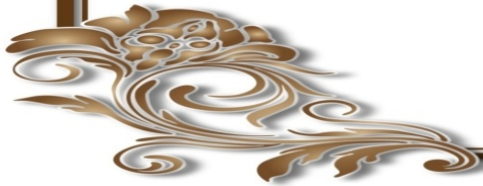
-Les techniques opératoires sont innombrables, cependant de nombreux défauts morphologiques et fonctionnels persistent, et le taux de reprise chirurgicale est élevé, d'où l'intérêt d'une bonne connaissance de l'anatomie pathologique afin d'envisager le traitement adéquat pour obtenir un pied fonctionnel, plantigrade et indolore.

-Parmi les récents progrès dans la prise en charge du pied convexe congénital, la reverse Ponseti qui semble donner de bons résultats et diminuer la fréquence des indications d'un traitement chirurgical qui doit être réservé aux cas qui ne peuvent pas être complètement corrigés par un traitement conservateur.

-notre série nous incite à améliorer encore la prise en charge globale du pied convexe congénital afin d'améliorer la qualité de vie des patients et d'éviter l'installation de déformations secondaires sévères. Cela passe par une attention particulière des formes sévères à la naissance, par un traitement orthopédique précoce

-Quant aux résultats, ils sont difficiles à comparer vu la multiplicité des techniques chirurgicales et les moyens d'évaluation utilisées et ceci est à l'origine de l'absence de consensus qui persiste à ce jour dans la conduite à tenir face à un pied convexe.

*RESUME*



## **RESUME**

**Titre:** le pied convexe congénital chez l'enfant.

**Auteur:** El argubi fatime zahra.

**Rapporteur:** Pr .amrani abdelouahed.

**Mots clés:** pied convexe, enfant, diagnostic, traitement.

Le pied convexe congénital ou vertical talus est une déformation rare mais de pronostic sévère, la prévalence est estimée à 1 pour 10000 naissances vivantes, L'âge de diagnostic dépend du degré de la déformation (peut être diagnostiqué à la naissance ou à l'âge de la marche). Il est idiopathique et isolé dans la moitié des cas et associé à des affections neurologiques, génétiques ou à un syndrome polymalformatif dans les autres cas.

Elle est caractérisée par une luxation talonaviculaire, une subluxation calcaneo-cuboidienne avec des anomalies osseuses, ligamentaires et tendineuses, se présentant sur le plan clinique par un talus de l'avant pied, un équin de l'arrière pied avec une convexité plantaire.

La radiographie standard montre un talus vertical réalisant le pied « en bateau » confirmant le diagnostic, ainsi qu'une radiographie de profil en flexion plantaire maximale, montre l'irréductibilité de la luxation talonaviculaire.

Nous avons réalisé une étude rétrospective de 5 enfants totalisant 7 pieds pris en charge au service de traumatologie orthopédie infantile de l'hôpital d'enfants de rabat, durant une période de 14 ans (de 2000 à 2014).

On note une prédominance masculine avec un pied convexe congenital idiopathique dans 60% des cas.

Le traitement orthopédique a été entrepris chez 2 cas à la naissance sans aucun résultat. Nous avons traités tous nos patients chirurgicalement par différentes techniques, mais les résultats ont été marqués par la transformation en pied plat valgus nécessitant secondairement une intervention osseuse.

D'après notre étude, on insiste sur l'intérêt du diagnostic précoce et du traitement orthopédique dans la prise en charge de cette pathologie sévère du pied, en évitant l'installation de déformations osseuses secondaires nécessitant une libération chirurgicale invasive.

## **Abstract**

**Title:** congenital vertical talus in children

**Author:** el argubi Fatima zohra

**Thesis referee:** professor amrani abdelouahed

**Keywords:** congenital vertical talus, child, diagnosis, treatment

The congenital convex foot or vertical talus is a rare deformity but its prognosis is severe, the estimated prevalence is 1 in 10000 live births,; the age of diagnosis depends on the degree of deformation (can be diagnosed at birth or at the age of walking). It is idiopathic and isolated in half of the cases and associated with neurological disorders or genetic defects or polymalformative syndrome in other cases.

It is characterized by an irreducible dorsal dislocation of the talonavicular joint associated with dislocation of the calcaneo-cuboid joint, with many abnormalities of bones, ligaments and tendons. Clinically, it is manifested by a talus of forefoot, equine of hind foot and plantar convexity.

The standard radiography shows a vertical talus realizing the 'foot boat' confirming the diagnosis, and a lateral radiograph in maximum plantar flexion shows the irreducibility of the dislocation talonavicular.

We performed a retrospective study of 5 children, with a total of 7 foot, taken care of at the pediatric orthopedics trauma department at the Children's Hospital in Rabat for a period of 14 years, from 2000 to 2014.

A male predominance is noted with idiopathic vertical talus in 60 % of cases.

Conservative treatment was initiated in 2 cases at birth, without result. We treated all patients surgically by different techniques, but the results were marked by transformation in pes planovalgus requiring bone surgery.

In our study, we insist in the value of early diagnosis and orthopedic treatment in the management of this severe foot pathology, avoiding the installation of secondary bone deformities requiring invasive surgical liberation.

## ملخص

العنوان : القدم المحدبة عند الطفل  
من طرف : العركوبي فاطمة الزهراء  
الأستاذ : البروفيسور عمراني عبد الواحد  
الكلمات الأساسية : القدم المحدبة - طفل - تشخيص - علاج

القدم المحدبة الخلقية هي تشوه خلقي نادر وتقدر نسبة الإصابة بـ 1 في 10000 يرتبط عمر التشخيص بدرجة التشوه (يمكن تشخيصها منذ الولادة أو خلال سن المشي) وتكون مجهولة السبب ومعزولة في نصف الحالات ، و مرتبطة مع اضطرابات عصبية أو خلل وراثي أو متلازمة تشوه في حالات أخرى.  
ويتميز هذا التشوه بخلع ظهري غير القابل للاختزال للزورقي على عظم الكاحل و خلع جزئي للعظم النردي على العظم العقبى مع العديد من التشوهات في العظام و الأوتار والأربطة

يظهر سريريا بعطف ظهري لمقدمة القدم، و ثني أخمصي لعقب القدم مع تحذب لأخمص القدم.

يتم تأكيد التشخيص بالتصوير الإشعاعي العادي الذي يظهر عظم الكاحل في وضع عمودي محققا قدم القارب و تصوير شعاعي جانبي في أقصى انثناء أخمصي تبين عدم قابلية الاختزال لخلع كاحلي زورقي

أجرينا دراسة رجعية مكونة من 5 أطفال بمجموع 7 أقدام بوحدة جراحة العظام بمستشفى الأطفال بالرباط لمدة 14 عاما ( 2000-2014 ).  
نلاحظ هيمنة الذكور كما تمثل القدم المحدبة مجهولة السبب 60 % من الحالات.  
تم بدأ العلاج التجبيرى في حالتين منذ الولادة ، ولكن بدون نتيجة. و تم إخضاع جميع المرضى للعلاج الجراحي من خلال تقنيات مختلفة، ولكن تميزت النتائج بالتحول الى اقدام مسطحة روجاء تتطلب جراحة ثانوية للعظام.

من خلال هذه الدراسة نصر على اهمية التشخيص المبكر و العلاج التجبيرى في علاج هذا التشوه الحاد للقدم الذي يسمح بتحسين النتائج العلاجية وتجنب تكون تشوهات عظمية ثانوية تتطلب تحرير جراحي اجتياحي



*REFERENCES*

- [1] Jacobsen ST, Crawford AH (1983) Congenital vertical talus. *J Pediatr Orthop* 3:306–10
- [2] Griffin DW, Daly N, Karlin JM. Clinical presentation of congenital convex pes valgus. *Foot Ankle Surg* 1995 ; 34 : 146-152
- [3] \_McGlamry's comprehensive textbook of foot and ankle surgery, third edition volume 1, 2001, chapter 30 page 975, congenital convex pes plano valgus Stephen H. Silvani and Christine C. Dobrowolski.
- [4] Dobbs MB, Gordon JE, Walton T, Schoenecker PL. Bleeding complications following percutaneous tendoachilles tenotomy in the treatment of clubfoot deformity. *J Pediatr Orthop*. 2004;24:353-7.
- [5] AYADI K. Résultats du traitement chirurgical du pied convexe congénital. Results of surgical treatment of congenital convex pes valgus (10 non-idiopathic feet) *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* Volume 94, n° 2 pages 128-134 (avril 2008)
- [6] Napiontek M. Congenital vertical talus: a retrospective and critical review of 32 feet operated on by peritalar reduction. *J Pediatr Orthop* 1995;4:179-87
- [7] O. BADELON.P.TIGAULT, JC POLIQUEN, JP. PADOVANI, G.GUYONVARCH Le pied bot convexe congénital: étude diagnostique et thérapeutique de 71 cas, *International Orthopaedics (SICOT)* (1984) 8:211-221

- [8] P.RAAB and R.KRAUSPE one stage procedure for surgical correction of congenital vertical talus, foot and ankle surgery 1997, 3:71-76
- [9] M. Ramanoudjame, The surgical treatment of children with congenital convex foot (vertical talus) EVALUATION OF MIDTARSAL SURGICAL RELEASE AND OPEN REDUCTION , Bone Joint J 2014;96-B:837-44.
- [10] DUNCAN Duncan RD, Fixsen JA. Congenital convex pes valgus. J Bone Joint Surg Br.1999 Mar;81(2):250-4
- [11] Badelon O. – malpositions et malformations congénitales du pied chez l'enfant . editions techniques. EMC. Paris appareil locomoteur 1990.
- [12] Dobbs MB, Schoenecker PL, Gordon JE. Autosomal dominant transmission of isolated congenital vertical talus. *Iowa Orthop J.* 2002;22:25-27.
- [13] Stern HJ, Clark RD, Stroberg AJ, Shohat M. Autosomal dominant transmission of isolated congenital vertical talus. *Clin Genet* 1989;36:427-430
- [14] Rigault P, Pouliquen Jc. Le pied convexe congénital. *Ann chir infant* 1970 ; 11 : 261-81.
- [15] Seringe R. Le pied convexe congénital. in : cahier d'enseignement de la SOFCOT no 70. Paris : Expansion Scientifique ; 1999. p. 223-34

- [16] Drennan Jc. congenital vertical talus. instructional course Lecture. J Bone Joint Surg (Am) 1995 ; 77 : 1916-23.
- [17] Specht EE. congenital paralytic vertical talus. J Bone Joint Surg (Am) 1975 ; 57 : 842-7.
- [18] R. Seringe, P. Wicart, Pied convexe congénital; 127-133; 2010
- [19] Hamanishi C. Congenital vertical talus: classification with 69 cases and new measurement system. Journal of Pediatric Orthopedics 1984;4:318–26.
- [20] Adamsbaum C, Seringe R, Kalifa G. Réalité de la divergence astragalo-calcanéenne de face dans le pied convexe congénital. Rev im Med 1991 ; 3 : 591-2.
- [21] Moulies D, Tanguy A. Le pied de l'enfant. monographie du groupe d'étude en orthopédie pédiatrique. Montpellier, Sauramps Medical 2001.
- [22] Simons GW. Analytic radiography and the progressive approach in talipes equinovarus. Orthop Clin North Am 1978 : 9 : 187-206.
- [23] Schlesinger AE, Deeney VFX, Caskey PF. Sonography of the nonossified tarsal navicular cartilage in an infant with congenital vertical talus. Pediatr Radiol 1989 : 20 : 134-5.
- [24] Dunn P. Congenital postural deformities. Brit Med Bull 1976 ; 32 : 71-

- [25] Widhe T, Aaro S, Elmstedt E. Foot deformities in the newborn : incidence and prognosis. *Acta Orthop Scand* 1988 ; 59 : 176-9.
- [26] Edwards E, Menelaus M. Reverse clubfoot. Rigid and recalcitrant talipes calcaneo valgus. *J Bone Joint Surg* 1987 ; 69B : 330-4.
- [27] Widhe T. Foot deformities at birth : a longitudinal prospective study over a 16-year period. *J Pediatr Orthop* 1997 ; 10 : 20-4.
- [28] chirurgie et orthopédie du pied enfant, adolescent, chapitre IV le pied convexe congenital : controverses, R Seringe 141-144.
- [29] Ogata K, Schoenecker PL, Sheridan J. Congenital vertical talus and its familial occurrence: an analysis of 36 patients. *Clin Orthop Relat Res.* 1979;139:128-32
- [30] Campos Da Paz A, De Souza V, De Souza DC. Congenital convex pes valgus. *Orthop Clin North Am* 1978;9:207–218.
- [31] Dobbs MB, Gurnett CA, Pierce B, Exner GU, Robarge J, Morcuende JA, Cole WG, Templeton PA, Foster B, Bowcock AM. HOXD10 M319K mutation in a family with isolated congenital vertical talus. *J Orthop Res.* 2006 Mar;24 (3):448-53.
- [32] .Dobbs MB, Gurnett CA, Robarge J, Gordon JE, Morcuende JA, Bowcock AM. Variable hand and foot abnormalities in family with congenital vertical talus and CDMP-1 gene mutation. *J Orthop Res.* 2005 Nov;23(6):1490-4. Epub 2005 Jul 11.

- [33] Eraltug U. Corrective plaster application in the treatment of vertical talus. An analysis of eleven cases. *Int Surg.* 1966;46:246-9.
- [34] Storen H. On the closed and open correction of congenital convex pes valgus with a vertical astragalus. *Acta Orthop Scand.* 1965;36:352-8
- [35] Dodge LD, Ashley RK, Gilbert RJ. Treatment of the congenital vertical talus: a retrospective review of 36 feet with long-term follow-up. *Foot Ankle.* 1987;7: 326-32.
- [36] Drennan JC. Congenital vertical talus. *Instr Course Lect.* 1996;45:315-22.
- [37] Townes PL, Manning JA, Dehart GK Jr: Trisomy 18 (16-18) associated with congenital glaucoma and optic atrophy. *J Pediatr* 1962;61:755-758
- [38] Seimon LP. Surgical correction of congenital vertical talus under the age of 2 years. *J Pediatr Orthop.* 1987;7:405-11.
- [39] Lamy L, Weissman L. Congenital convexpes valgus. *J Bone Joint Surg Am.* 1939;21:79-91
- [40] Coleman SS, Stelling FH 3rd, Jarrett J. Pathomechanics and treatment of congenital vertical talus. *Clin Orthop Relat Res.* 1970;70:62-72.
- [41] Eyre-Brook AL. Congenital vertical talus. *J Bone Joint SurgBr.* 1967;49:618-27.

- [42] Zorer G, Bagatur AE, Dogan A. Single stage surgical correction of congenital vertical talus by complete subtalar release and peritalar reduction by using the Cincinnati incision. *J Pediatr Orthop B.* 2002;11:60-7
- [43] Osmond-Clarke H. Congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg Br* 1956;38(1):334–41.
- [44] Herndon ChH, Heyman HCl. Problems in the recognition and treatment of congenital pes valgus. *J Bone Joint Surg Am* 1963;45:413–29.
- [45] Stricker SJ, Rosen E. Early one-stage reconstruction of congenital vertical talus. *Foot Ankle Int* 1997;18(9):535–43
- [46] Mazzocca AD, Thomson JD, Deluca PA, Romness MJ. Comparison of the posterior approach versus the dorsal approach in the treatment of congenital vertical talus. *J Pediatr Orthop* 2001;21(2):212–7.
- [47] Violas P, Chapuis M, Tréguier C, Darnault P, Bracq H. Ultrasound: a helpful technique in the analysis of congenital vertical talus. A case report. *J Pediatr Orthop B.* 2006 Jan; 15(1): 70-2
- [48] STAHELI L. Le pied bot : La méthode Ponseti. [En ligne] Disponible sur : [www.global-help.org](http://www.global-help.org). Consulté le 21 septembre 2011.
- [49] ANAES (actuelle HAS). Argumentaire. Masso-kinésithérapie et traitement orthopédique des déformations congénitales du pied au cours des six premiers mois de la vie. Janvier 2004.

- [50] Dobbs MB, Purcell DB, Nunley R, Morcuende JA. Early results of a new method of treatment for idiopathic congenital vertical talus. *Journal of Bone & Joint Surgery (American Edition)* 2006;88:1192–200.
- [51] Bhaskar A. Congenital vertical talus: treatment by reverse Ponseti technique. *Indian Journal of Orthopedics* 2008;42:347–50
- [52] David MG. Simultaneous correction of congenital vertical talus and talipes equinovarus using the Ponseti method. *Journal of Foot & Ankle Surgery* 2011;50:494–7.
- [53] Adem Aydın, Halil Atmaca, Ümit Sefa Müezzinoğlu ; Bilateral congenital vertical talus with severe lower extremity external rotational deformity Treated by reverse Ponseti technique, *The Foot* 22 (2012) 252– 254.
- [54] Ponseti IV. Clubfoot management. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2000;20:699–700.
- [55] Morcuende JA, Abbasi D, Dolan LA, Ponseti IV. Results of an accelerated Ponseti protocol for clubfoot. *Journal of Pediatric Orthopedics* 2005;25:623–6
- [56] J. Wright, D. Coggings, C. Maizen, M. Ramachandran, Reverse Ponseti-type treatment for children with congenital vertical talus  
COMPARISON BETWEEN IDIOPATHIC AND TERATOLOGICAL PATIENTS *Bone Joint J* 2014;96-B:274–8.

- [57] Chalayon O, Adams A, Dobbs MB. Minimally invasive approach for the treatment of non-isolated congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg [Am]*2012;94-A:73.
- [58] Kodros SA, Dias LS. Single stage surgical correction of congenital vertical talus. *J Pediatr Orthop* 1999;19:42—8.
- [59] Seringe R, Martin G, Katti E, Vaquier J. Le pied convexe congénital étude anatomique et déductions pratiques. *Rev Chir Orthop* 1990;76:234—44.
- [60] Daumas L, Filipe G, Carlioz H. Le pied convexe congénital. Technique et résultats de la correction opératoire en un seul temps. *Rev Chir Orthop* 1995;81:527—37.
- [61] Rombouts JJ, Durnez A, Locquet J, Vincent A. Le pied convexe congénital ; étude d'une série de 52 cas. *Acta Orthop Belg* 1988;54:282—90.
- [62] De Rosa GP, Ahlfeld SK. Congenital vertical talus: the Riley experience. *Foot Ankle* 1984;5:118-24
- [63] Stone KH, Lloyd Roberts CG. Congenital vertical talus. A new operation. *Proc Roy Soc Med* 1963;56:12-14
- [64] Colton CL. The surgical management of congenital vertical talus. *J Bone Joint Surg (Br)* 1973;55: 566-574.

- [65] Charles M. Lombardi, DPM, Larry M. Silver, DPM, Alison D. Silhanek, DPM, Fiona G. Connolly, DPM, and Seema I. Ramcharitar, DPM. Treatment of Congenital Convex Pes Valgus with Navicular Excision and Subtalar Arthroereisis :A Case Study. *The Journal of Foot & Ankle Surgery* 40(3):166-171, 2001)
- [66] Coleman, S., Stelling, F.H., and Jarrett, J.: Pathomechanics And treatment of congenital vertical talus. *Clin. Orthop.* 70:62, 1970
- [67] Aroojis AJ, King MM, Donohoe M, Riddle Ec, Kumar SJ. Congenital vertical talus in arthrogryposis and other contractural syndromes. *Clin Orthop* 2005;434:26—32.
- [68] Bensahel H (1977) Pied convexe valgus congénital. *Rev Inter Ped* 73:31
- [69] Judet J, Estève P, Masse P, Rigault P, Dubousset J, Pouliquen J C (1974) Pied convexe congénital. Table ronde SOFCOT 1973 *Rev Chir Orthop Suppl* 2:370-373
- [70] Storen H (1967) Congenital convex pes valgus with a vertical talus. *Acta Orthop Scand Suppl* 94.
- [71] Becker-Andersen H, Reiman I (1974) Congenital vertical talus: reevaluation of early manipulative treatment. *Acta Orthop Scand* 45:130-144
- [72] Tachdjian MO (1972) Congenital convex pes valgus. *Orthop Clin North Am* 3:131-148

- [73] Hohfmann G (1931) Zur operativen Plattfußbehandlung. Chir III, 593
- [74] Rocher HL, Pouyanne L (1934) Pied plat congénital par subluxation sous astragalienne congénitale et orientation verticale de l'astragale. Bordeaux Chirurgical 4:249-265
- [75] Silk FF, Wainwright D (1967) The recognition and treatment of congenital flat foot in infancy. J Bone Joint Surg 49 B: 628-633
- [76] Stevens HEG (1976) Congenital vertical talus J Bone Joint Surg 58 B: 385
- [77] Lloyd-Roberts GC, Spence AJ (1958) Congenital vertical talus. J Bone Joint Surg 40 B: 33-41
- [78] Herndon CH, Heyman HCI (1963) Problem in the recognition and treatment of congenital convex pes valgus. J Bone Joint Surg 45 A: 413-429
- [79] Nove, Josserand (1923) Formes anatomiques du pied plat. Rev Chir Orthop X 2:117
- [80] Gibson DA, Urs NDK (1970) Arthrogryposis multiplex congenita. J Bone Joint Surg 52 B: 483-493
- [81] Townes PL, Dehart GK Jr, Hecht F, Manning JA. Trisomy 13-15 in a male infant. J Pediatr. 1962;60:528-532.
- [82] Uchida IA, Lewis AJ, Bowman JM, Wang HC. A case of double trisomy: trisomy No. 18 and triplo-X. J Pediatr. 1962;60: 498-502

- [83] Savarirayan R, White SM, Goodman FR, Graham JM Jr, Delatycki MB, Lachman RS, Rimoin DL, Everman DB, Warman ML. Broad phenotypic spectrum caused by an identical heterozygous CDMP-1 mutation in three unrelated families. *Am J Med Genet A*. 2003;117:136–142.
- [84] Sharrard WJ, Grosfield I. The management of deformity and paralysis of the foot in myelomeningocele. *J Bone Joint Surg Br*. 1968;50:456–465
- [85] Julia S, Pedespan JM, Boudard P, et al: Association of external auditory canal atresia, vertical talus, and hypertelorism: Confirmation of Rasmussen syndrome. *Am J Med Genet* 2002;110(2):179-181
- [86] Gurnett CA, Keppel C, Bick J, Bowcock AM, Dobbs MB. Absence of HOXD10 mutations in idiopathic clubfoot and sporadic vertical talus. *Clin Orthop Relat Res*. 2007;462:27–31
- [87] Merrill LJ, Gurnett CA, Connolly AM, Pestronk A, Dobbs MB: Skeletal muscle abnormalities and genetic factors related to vertical talus. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469(4):1167-1174
- [88] Kruse L, Gurnett CA, Hootnick D, Dobbs MB: Magnetic resonance angiography in clubfoot and vertical talus: A feasibility study. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(5):1250-1255
- [89] Sarrafian SK. *Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive Topographic Functional*. 2nd ed. Chicago, IL: JB Lippincott Co; 1993.

- [90] Ben-Menachem Y, Butler JE. Arteriography of the foot in congenital deformities. *J Bone Joint Surg Am.*1974;56:1625–1630.
- [91] Dobbs MB, Gordon JE, Schoenecker PL. Absent posterior tibial artery associated with idiopathic clubfoot. A report of two cases. *J Bone Joint Surg Am.*2004;86:599–602.
- [92] Greider TD, Siff SJ, Gerson P, Donovan MM. Arteriography in clubfoot. *J Bone Joint Surg Am.*1982;64:837–840
- [93] Hootnick DR, Levinsohn EM, Crider RJ, Packard DS Jr. Congenital arterial malformations associated with clubfoot. A report of two cases. *Clin Orthop Relat Res.*1982;167:160–163.
- [94] Katz DA, Albanese EL, Levinsohn EM, Hootnick DR, Packard DS Jr, Grant WD, Mann KA, Albanese SA. Pulsed color-flow Doppler analysis of arterial deficiency in idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop.*2003;23:84–87
- [95] Sodre´ H, Bruschini S, Mestriner LA, Miranda F Jr, Levinsohn EM, Packard DS Jr, Crider RJ Jr, Schwartz R, Hootnick DR. Arterial abnormalities in talipes equinovarus as assessed by angiography and the Doppler technique. *J Pediatr Orthop.* 1990;10:101–104
- [96] Sodre´H, Lourenc,o A, Amorim J. Arteriografia no pe talo vertical congentio. *Rev Bras Ortop.*1995;30:39–41

- [97] Mukesh K, Chandrababu K K, Bhaskaran V K, Congenital Vertical Talus In Freeman- Sheldon Syndrome.Treated with New Method (Reverse Ponseti method). Vol. 9, No: 2 July - Dec 2013. Page 1 – 44
- [98] Oppenheim W, Smith C, Christie W. Congenital vertical talus.Foot Ankle 1985;5:198—204.
- [99] Bart H. BOSKER, Jon H. M. GOOSEN, René M. CASTELEIN, Adriaan K. MOSTERT. Congenital convex pes valgus (congenital vertical talus) The condition and its treatment : A review of the literature. REVIEW ARTICLE Acta Orthop. Belg., 2007, 73, 366-372
- [100] Clark ME, D'Ambrosia RD, Ferguson AB. Congenital vertical talus. Treatment by open reduction and navicular excision. J Bone Joint Surg(AM), 1977;59;816-824.
- [101] imhauser G. Zur behandlung des angeborenen schaukelfusses. Z orthop. 1967;102;436-48.
- [102] Napiontek M. value of peritalar reduction in surgical treatment of congenital vertical talus (pes planovalgus taloflexus congenitus) [thesis] Poznan: karol marcinkowski university of medical sciences, 1988.
- [103] Tachdjian MO. Pediatric orthopedics, Philadelphia, London, Toronto: WB Saunders Company, 1972:1359-72

- [104] Marciniak W, Die operative peritalare reposition mit verlängerung des lateraralen fussstrahles bei angeborenen platlfuss (talus verticalis). Beitr orthop traumatol 1987;34:426-32.
- [105] Robbins H. Naviclectomy for congenital vertical talus, In: Bateman JE, ed. Foot science. Philadelphia, London, Toronto: WB saunders company, 1976;26-39.
- [106] Stone KH, congenital vertival talus: a new operation. Proc Roy Soc Med 1963;56:12-4.
- [107] Fitton JM, Nevelos AB. The treatment of congenital vertical talus. J bone joint surg (br) 1979; 61:481-483.
- [108] Lombardi CM, Silver LM, Silhanek AD et al. Treatment of congenital convex pes valgus with navicular excision and subtalar arthroereisis : a case study. J Foot Ankle Surg 2001 ; 40 : 166-171.
- [109] Adelaar RS, Williams RM, Gould JS. Congenital convex pes valgus: results of anearly comprehensive release and a review of congenital vertical talus at Richmond Crippled Children's Hospital and the University of Alabama in Birmingham. Foot Ankle 1980;1:62-73
- [110] Justin S. Yang, MD, and Matthew B. Dobbs, MD. Treatment of Congenital Vertical Talus: Comparison of Minimally Invasive and Extensive Soft-Tissue Release Procedures at Minimum Five-Year Follow-up. J Bone Joint Surg Am. 2015;97:1354-65.

- [111] Drennan JC, Sharrard WJ (1971) The pathological anatomy of convex pes valgus. *J Bone Joint Surg Br* 53:455–461
- [112] Shrimpton AE, Levinsohn EM, Yozawitz JM, Packard DS Jr, Cady RB, Middleton FA, Persico AM, Hootnick DR (2004) A HOX gene mutation in a family with isolated congenital vertical talus and Charcot–Marie-tooth disease. *Am J Hum Genet* 75:92–96
- [113] Wirth T, Schuler P, Griss P (1994) Early surgical treatment for congenital vertical talus. *Arch Orthop Trauma Surg* 113:248–253
- [114] Hark FW (1950) Roker foot due to congenital subluxation of the talus. *J Bone Joint Surg* 32 A: 344-350
- [115] Harrold AJ (1967) Congenital vertical talus in infancy. *J Bone Joint Surg* 49 B: 634-643.
- [116] Rigault P, Badelon O, Pouliquen J.C. *Le pied convexe congénital. Cahiers d'enseignement de la Sofcot no 23, Expansion Scientifique Francaise, Paris (1985) p. 23—43*
- [117] Florensa G, Dimeglio A, Mercier M, Dimeglio E. *Le pied convexe congénital. Ann Readapt Med Phys* 1991;34
- [118] Lichtbau S - congenital vertical talus, *Bull Hosp Joint Dis*, 1978; 39: 165-79.

- [119] Lopez A.A., Goldcher A. Historique de la compréhension de la biomécanique du pied nu. EMC (Elsevier Masson SAS), Podologie, 27-010-A-10, 2010.
- [120] Sadler TW. Langman's medical embryology. 10e éd. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins ; 2006.
- [121] Clavert JM. Embryologie normale et pathologique des membres inférieurs. Essai de classification des malformations. In : Carlioz H, Clavert JM, éd. Malformations congénitales des membres inférieurs. Cahier d'enseignement de la SOFCOT no 74. Paris : Elsevier ; 2001. p. 3-15.
- [122] O'rahilly r, Müller F. Developmental stages in human embryos. Washington : Carnegie Institution of Washington ; 1987.
- [123] Barbet JP. Pathologie embryofœtale. Paris : Masson ; 1997.
- [124] retzius G. Zur Kenntnis der Entwicklung der Körperformen des Menschen während der Fötalen Lebensstufen. In : Biologische Untersuchungen von Prof. Dr. Gustaf retzius. Neue Folge XI. Stockholm : Aftonbladets Druckerei ; 1904. p. 33-76. Taf. XIV-XXVI.
- [125] O'rahilly r, Bossy J, Müller F. Introduction à l'étude des stades embryonnaires chez l'Homme. Bull Assoc Anat 1981 ; 65 : 141-234.
- [126] Olivier G. Formation du squelette des membres. Paris : Vigot ; 1962.

- [127] Kawashima T, Uhthoff HK. The development of the ankle and foot. In : Uhthoff HK, editor. The embryology of the human locomotor system. Berlin : Springer ; 1990. p. 141-53.
- [128] Kamina P. Précis d'anatomie clinique. Tome I. Paris : Maloine ; 2002.
- [129] Kawashima T, Uhthoff HK. Development of the foot in prenatal life in relation to idiopathic clubfoot. J Pediatr Orthop 1990 ; 10 : 232-7.
- [130] Gardner E, Gray DJ, O'rahilly r. The prenatal development of the skeleton and joints of the human foot. J Bone Joint Surg 1959 ; 41 : 847-76.
- [131] Coleman SS, martin AF, Jarett J. congenital vertical talus: pathomechanics and treatment. J BONE Joint Surg [am] 1966;48;1442.
- [132] Harrold AJ, the problem of congenital vertical talus, Clin orthop 1973;97;133-43.
- [133] Laburthe-tolera Y, Bensahel H, pied convexe congenital ( a propos de 19 cas) ann chir 1972;26;203-14
- [134] napiontek m, marciniak W, sculc A. pes planus taloflexus congenitus: results of surgical treatment by means of peritalar reposition. Chir narz ruchu ortop pol 1985;50:475-81
- [135] Schulitz KP, Schumacher G, Parsch K. Der angeborene Schaukelfuss. Z ortop 1977;115:55-67.

- [136] Méary R. Essential pes cavus. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1967;53:389–467. (Article in French).
- [137] Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, et al. Clinical rating systems for the anklehindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. Foot Ankle Int 1994;15:349–353.
- [138] Laaveg SJ, Ponseti IV. Long-term results of treatment of congenital club foot. J Bone Joint Surg [Am] 1980;62-A:23-31.
- [139] . <http://www.pediaos.fr/maladies-congenitales-pied-convexe.html>
- [140]. Congenital Vertical Talus: Etiology and Management. Mark Miller, MD  
Matthew B. Dobbs, MD . J Am Acad Orthop Surg 2015;23:604-611
- [141]. [http://pied.rd.free.fr/paged\\_accueil\\_lepiedalanaissance\\_piedcalcaneusvalgus.htm](http://pied.rd.free.fr/paged_accueil_lepiedalanaissance_piedcalcaneusvalgus.htm)

# *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:

- ◀ بأن أكرس حياتي لمخدمة الإنسانية .
- ◀ وأن أحترم أساتذتي وأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه .
- ◀ وأن أمارس مهنتي بوانزع من ضميري وشرية في جاعلا صحة مريضى هدى في الأول .
- ◀ وأن لا أفشى الأسرار المعهودة إلى .
- ◀ 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 بطريق 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: 255

سنة : 2016

## القدم المحذب عند الطفل

### أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم : .....

### من طرفه

**السيدة: فاطمة الزهراء العركوبي**

المزداة في: 20 مارس 1989 بسيدي قاسم

### لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: قدم محذب - تشخيص - العلاج - طفل.

### تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيسة

السيدة: يامنة كريول

أستاذة في طب الأعصاب عند الأطفال

مشرف

السيد: عبد الواحد عمراني

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل عند الأطفال

السيد: محمد أنور دندان

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل عند الأطفال

أعضاء

السيدة: نعيمة الحافظي

أستاذة في أمراض الصدر عند الأطفال

السيد: محمد رامي

أستاذ في جراحة الأطفال