

UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



Année 2012

Thèse N° 162/12

FRACTURES DE MAC FARLAND (A propos de 23 cas)

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 19/12/2012

PAR

M. ALAOUI KACIMI MUSTAPHA

Né le 10 Août 1986 à Errachidia

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Fracture - Mac Farland - Enfant - Salter et Harris - Vissage percutané
Epiphysiodèse
JURY

M. HIDA MOUSTAPHA.....	PRESIDENT
Professeur de Pédiatrie	
M. AFIFI MY ABDERRAHMANE.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Chirurgie pédiatrique	
M. HARANDOU MUSTAPHA.....	JUGES
Professeur d'Anesthésie réanimation	
M. EL MRINI ABDELMAJID.....	
Professeur de Traumatologie-orthopédie	
Mme. CHATER LAMIAE.....	MEMBRE ASSOCIE
Professeur assistant de Chirurgie pédiatrique	

PLAN

INTRODUCTION	5
RAPPEL ANATOMIQUE ET PHYSIOPATHOLOGIQUE	7
1-RAPPEL ANATOMIQUE DESCRIPTIF DE LA CHEVILLE.....	8
2-PARTICULARITES ANATOMIQUES CHEZ L'ENFANT	8
3- RAPPEL PHYSIOPATHOLOGIQUE	12
3-1-Croissance de la cheville	12
3-2-Particularités étiopathogéniques	12
CLASSIFICATION ANATOMO-RADIOLOGIQUE	14
1- type III de Salter et Harris.....	15
2-type IV de Salter et Harris.....	17
MATERIEL D'ETUDE	19
1- METHODOLOGIE.....	20
2- CASUISTIQUE.....	20
3- CRITERES D'INCLUSION	20
4- FICHE D'EXPLOITATION	21
RESULTATS	23
1-ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE.....	24
1-1-Age	24
1-2-Sexe	24
1-3-Délai d'admission	25
1-4- Coté fracturé	25
1-5-Circonstances de survenue	26
1-6-Mécanisme	26
2-ETUDE CLINIQUE	27
2-1-Tableau clinique	27

2-2-Lésions associées	27
a- Ouverture cutanée	27
b- Lésions vasculo-nerveuses	28
c- Polytraumatisme	28
d-Les affections médicales.....	28
3-ETUDE RADIOLOGIQUE	29
3-1- Classification de Salter et Harris	29
3-2- Déplacement	30
3-3- Lésions orthopédiques associées	31
4-TRAITEMENT	32
4-1-Objectifs du traitement	32
4-2-Moyens thérapeutiques	32
a-Traitement orthopédique	32
b-Traitement chirurgical	33
4-3-Indications	34
4-4-Surveillance précoce	34
5-EVOLUTION ET COMPLICATIONS.....	35
5-1-Evolution :.....	35
5-2-Complications :	36
a-Déplacement secondaire	36
b-Complications septiques.....	36
c-Trouble de croissance (épiphysiodèse).....	36
d-Autres complications	36
DISCUSSION	51
1-PLACE DE LA FRACTURE DE MAC FARLAND	52
2-AGE.....	52
3-SEXE.....	54

4-CIRCONSTANCES DE SURVENUE	55
5-MECANISME	56
6-TABLEAU CLINIQUE	57
7-RADIOLOGIE	58
7-1-les moyens radiologiques.....	58
a-radiographies standards.....	58
b-TDM	58
c-IRM	59
7-2-Classification anatomo-radiologique.....	59
7-3-le déplacement	61
7-4-lésions orthopédiques associées	61
8-TRAITEMENT	62
9-COMPLICATIONS	64
9-1-Troubles de croissance	64
a-Definition	64
b-incidence des troubles de croissance.....	64
c-étude radiologique des troubles de croissance.....	65
d-traitement des troubles de croissance	65
9-2-autres complications	67
10-FACTEURS DE MAUVAIS PRONOSTIC.....	68
CONCLUSION	70
RESUMES	72
BIBLIOGRAPHIE	78

LISTE DES ABREVIATIONS

AINS	= Anti Inflammatoires Non Stéroïdiens.
AS	= accident de sport
AVP	= accident de la voie publique
CHU	= Centre Hospitalier Universitaire.
IP	=numéro d'Identification du patient dans la base de données du CHU
IRM	= Imagerie par Résonance Magnétique.
TDM	=Tomo-Densito-Métrie

INTRODUCTION

Les fractures de Mac Farland sont des fractures articulaires de la cheville de l'enfant, dont le trait traverse la partie médiale du cartilage de conjugaison de l'extrémité distale du tibia, réalisant un type III ou un type IV selon la classification de Salter et Harris.

Elles sont connues sous le nom de fractures de Mac Farland car cet auteur en a précisé les risques évolutifs tout à fait particuliers, en analysant une série de 23 enfants qui s'étaient tordus la cheville en jouant sur les rails creux du port de Liverpool.

Dans ce travail nous allons rapporter l'expérience du service de traumatologie orthopédie pédiatrique du CHU Hassan II concernant une série de 23 cas de fracture de Mac Farland colligés et traités entre janvier 2004 et septembre 2012.

RAPPEL ANATOMIQUE ET PHYSIOPATHOLOGIQUE

1-RAPPEL ANATOMIQUE DESCRIPTIF DE LA CHEVILLE:

Le support squelettique de la cheville, est formé par :

L'extrémité inférieure du tibia qui s'élargit pour former le pilon tibial et se prolonge en dedans par la malléole interne. Le tibia est articulé par sa face inférieure et par la face externe de la malléole interne avec l'astragale: ces zones articulaires sont recouvertes de cartilage. Sur son bord interne il est en contact avec le péroné auquel il est attaché par de solides ligaments (ligaments péronéo tibiaux inférieurs).

L'extrémité inférieure du péroné réalise la malléole externe de la cheville que l'on perçoit directement sous la peau. L'extrémité inférieure du péroné s'articule avec le tibia au niveau de l'articulation péronéo tibiale inférieure.

L'astragale : présente dans sa partie supérieure un demi cylindre recouvert de cartilage (dôme astragalien) qui vient se loger dans la pince bimalléolaire ne permettant que des mouvements de flexion extension. Ce fragment de cylindre est plus large en avant aboutissant a une plus grande stabilité mécanique en flexion dorsale de la cheville

2-PARTICULARITES ANATOMIQUES CHEZ L'ENFANT [12]:

La morphologie et les rapports anatomiques de la cheville de l'enfant ont été décrits depuis longtemps. Ils sont comparables à ceux de l'adulte ; en revanche, les structures ostéo-cartilagineuses se modifient avec l'âge.

L'analyse histomorphologique de la cheville en croissance a été faite récemment par Love [11] (Figure 4). Elle correspond tout à fait à l'analyse radiologique faite par Ogden en 1983. [13]

*A la naissance les deux épiphyses sont complètement cartilagineuses et la plaque conjugale péronière est située au niveau du milieu de l'épiphyse tibiale.

Celle-ci migre distalement entre deux et trois ans pour se stabiliser au niveau de l'interligne articulaire tibio-astragaliennne.

*Le noyau d'ossification secondaire du tibia apparaît entre trois mois et un an et celui du péroné entre six mois et trois ans. Ils augmentent progressivement de volume surtout latéralement en épousant la forme de la surface articulaire. Celui du tibia s'étend à la malléole interne à partir de 6-7 ans chez la fille et 7-8 ans chez le garçon. Celui du péroné s'étend vers le bas à partir de 6 ans jusqu'au ras du cartilage articulaire mais sans s'étendre à la styloïde alors qu'il existe des connexions avec les fibres d'insertion du ligament latéral externe. Il atteint la styloïde plus tard vers 9-10 ans.

*C'est entre 7 et 11 ans que peut se former un noyau d'ossification accessoire à la partie distale de l'épiphyse du tibia et du péroné. Ils sont séparés des noyaux d'ossification secondaires qui peuvent être pris comme des arrachements fracturaires sans qu'il y ait de discontinuité du cartilage épiphysaire. La croissance se fait entre les noyaux secondaires et accessoires comme une physe bipolaire déjà décrite par Mouchet [14] et rappelée par Ogden [13 ; 15] avec une fusion complète des deux noyaux en fin de croissance. Ces noyaux accessoires sont en général unilatéraux et sont relativement plus fréquents au niveau de la malléole interne. Powell [16] en a retrouvé dans 20 % des cas en dedans et seulement 1 % en dehors avec 13 % de localisations bilatérales.

*Des ondulations apparaissent au niveau des plaques conjugales à partir de 2-3 ans et augmentent avec l'âge de façon très variable. Au niveau du tibia il se forme souvent dès l'âge de 2-3 ans une voussure antéro-médiane à convexité supérieure connue sous le nom de bosse de Poland par les Anglo-Saxons [17]. Ces ondulations se modifient entre 12 et 16 ans sur toute l'étendue du cartilage de croissance avec une augmentation de la partie antérieure de la bosse de Poland en avant vers 14 ans quand elle existe.

*La fermeture physiologique des cartilages de croissance de l'extrémité inférieure du tibia et du péroné se fait entre 12 et 14 ans chez la fille et entre 15 et 18 ans chez le garçon. Au niveau du tibia elle commence par la partie interne envahissant la bosse de Poland pour s'étendre ensuite en dehors. Cette fusion se fait progressivement sur une période de 18 mois et précède celle du péroné.

Les métaphyses tibiale et péronière sont relativement poreuses chez l'enfant surtout celle du péroné. Cet aspect disparaît avec la maturation. Cependant le remaniement de l'os spongieux métaphysaire qui suit la fermeture de la plaque conjugale tibiale se fait plus lentement latéralement avec au début une orientation transversale des travées d'os trabéculaire.

*Les os surnuméraires sont inconstants au niveau du pied mais quand ils existent ils sont en général bilatéraux et asymétriques. Ils se développent par un point d'ossification spécial supplémentaire [18].

Au niveau de la cheville il n'y a pas de description d'os supplémentaire à la pointe du péroné. Seul l'os trigone ou talus surnuméraire mérite d'être isolé. Il est situé à la face postérieure de l'astragale en arrière du tubercule postéro-externe et en dehors de la gouttière du fléchisseur propre. Il apparaît entre 11 et 12 ans et peut rester isolé ou se fusionner en fin de croissance.

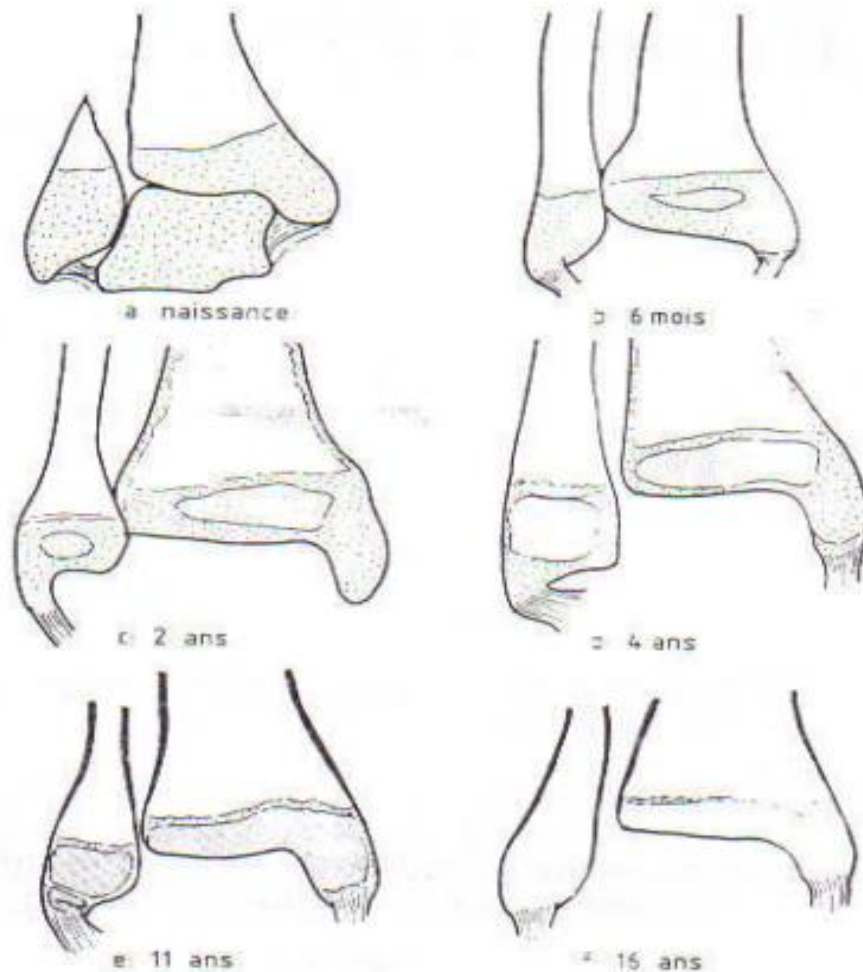


Figure 4: Evolution des structures osseuses et cartilagineuses avec la croissance

(D'après Iove [11])

- a) Les deux épiphyses sont cartilagineuses.
- b) Apparition du noyau d'ossification secondaire du tibia
- c) Apparition du noyau d'ossification secondaire du péroné et d'ondulation à la partie antéro-médiane de la plaque conjugale tibiale.
- d) Le noyau tibial commence à descendre dans la malléole.
- e) La bosse de Poland est nettement visible à la partie antéro-médiane de la plaque conjugale tibiale, alors qu'il existe un noyau d'ossification accessoire à la pointe de la malléole interne complètement inclus dans le cartilage épiphysaire.
- f) Persistance de travées horizontales à la partie externe de la physe tibiale après fermeture du cartilage conjugal.

3- RAPPEL PHYSIOPATHOLOGIQUE :

3-1-Croissance de la cheville [8 ; 19]:

Sur le plan quantitatif ; Peterson et al. [8] décrit une contribution de 45% du cartilage de conjugaison tibial distal à la croissance longitudinale du tibia, contre 55% pour le cartilage proximale. La physe distale du tibia contribue à environ 5 mm/an au cours des années de croissance la plus rapide au cours de l'enfance.

Cette activité de la physe distale du tibia explique les troubles de croissance en cas de stérilisation de cette dernière.

Il existe cependant une descente de la métaphyse péronière par rapport à la métaphyse tibiale qui est variable selon l'âge. Cela s'explique par la variation de la répartition des vitesses de croissance entre les plaques proximales et distales du péroné, avec notamment une participation de plus de 50% de la plaque proximale en fin de croissance [19].

3-2-Particularités étiopathogéniques [2 ; 21 ; 22 ; 23 ; 24]:

L'association de la porosité plus grande de la métaphyse péronière et de la position plus distale de sa plaque conjugale peut expliquer la relative fréquence des fractures métaphysaires du péroné par rapport aux atteintes épiphysaires [20].

La fréquence des décollements épiphysaires est due aux insertions ligamentaires (Figure 5).

Par ailleurs, la résistance de ces ligaments solidement insérés sur le périoste explique la fréquence relative des arrachements ostéo-cartilagineux au niveau des malléoles.

Les plaques conjugales sont un point faible jusqu'à leur fermeture, avec une résistance à l'arrachement variable selon leur degré de maturation :

-L'existence d'une bosse de Poland [2 ; 21 ; 22 ; 23] modifie la résistance de la plaque conjugale et réalise l'équivalent d'un pivot qui stabilise la partie antéro-interne de l'épiphyse et autour duquel le mécanisme fracturaire peut provoquer une lésion triplane.

-La fermeture de dedans en dehors de la plaque conjugale explique également les fractures triplanes qui se font autour de la partie fusionnée et les fractures de Tillaux [2 ; 21 ; 22] au niveau de la partie non fusionnée du cartilage antéro-externe.

Cette fragilité du tubercule antéro-externe du tibia se prolonge temporairement, tant que les travées osseuses conservent leur orientation transversale. Après la fusion des cartilages de croissance, la traumatologie de la cheville n'a plus de particularité par rapport à celle de l'adulte.

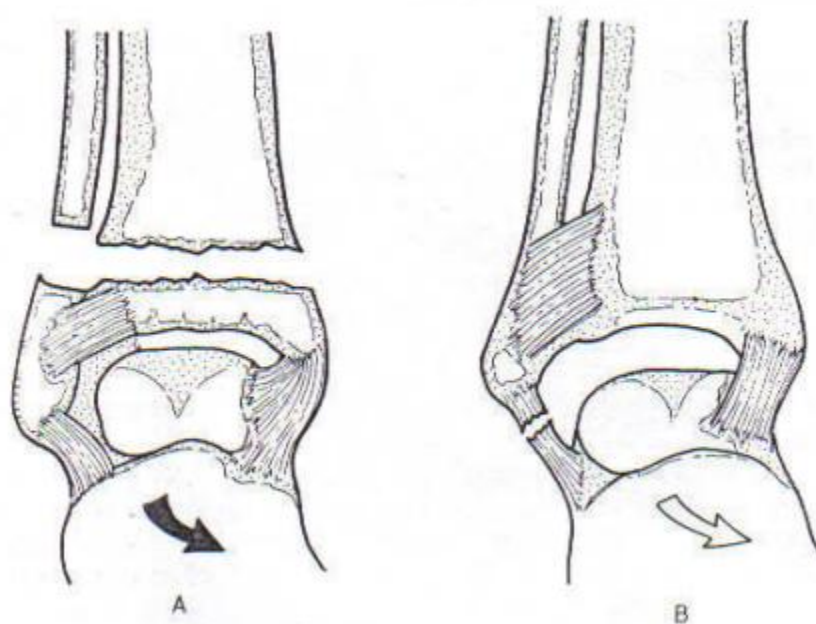


Figure 5: les cartilages de croissance sont moins résistants que les ligaments latéraux chez l'enfant (A), alors que chez l'adulte c'est plutôt le ligament latéral externe qui cède le premier. (D'après Letts [24])

CLASSIFICATION

ANATOMO-

RADIOLOGIQUE

La classification de Salter et Harris est la plus couramment utilisée. La fracture de Mac Farland réalise soit un type III ou un type IV.

1-Type III : (Figures 13;14)

Il s'agit d'une fracture épiphysaire avec décollement épiphysaire. La métaphyse est normale. Le déplacement est habituellement peu important. Sa fréquence est faible (6,5% à 8%). Plus rarement le trait de fracture est externe c'est la fracture de Tillaux qui se voit surtout chez le grand enfant en fin de croissance, alors que la partie externe du cartilage de croissance n'est pas encore fusionnée. Un traumatisme en rotation externe entraîne un arrachement de la partie externe de l'épiphyse tibiale distale en raison de l'insertion du ligament tibio-fibulaire antérieur.

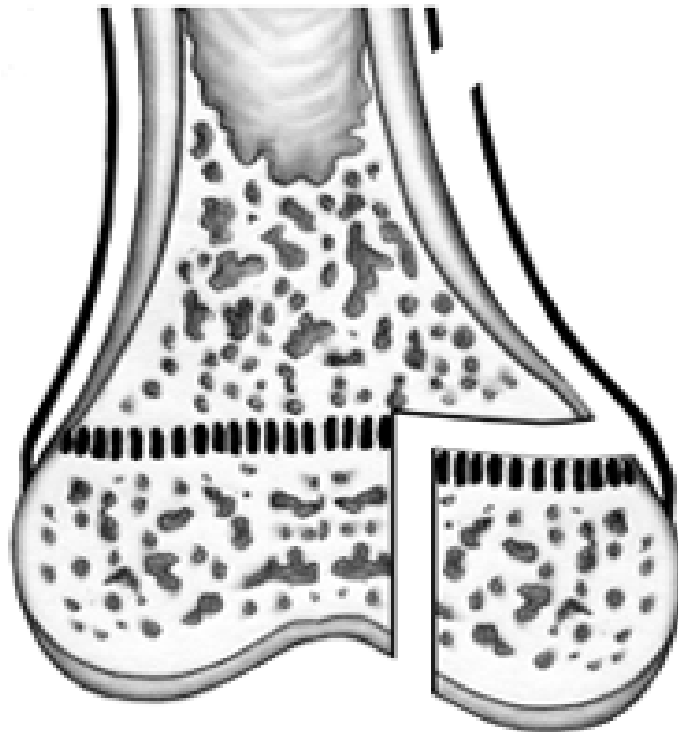


Figure 13 : type III de Salter et Harris.



Figure 14 : radiographie cheville face montrant une fracture de Mac Farland type III de Salter et Harris chez un garçon de 11 ans.

2-Type IV : (Figures 15 ; 16 ;17).

Il s'agit d'une fracture orientée verticalement, traversant la ligne de cartilage et détachant un fragment métaphyso-épiphysaire. Sa fréquence est évaluée à 10% à 12% de l'ensemble des lésions épiphyso-métaphysaires. Elle s'observe surtout au niveau de l'extrémité distale du tibia.

Les types III et IV sont des traumatismes verticaux où le trait traverse la couche germinale c'est la couche de réserve cellulaire d'où le risque de complications importantes.



Figure 15 : type IV de Salter et Harris



Figure16 : radiographie de la cheville de face montrant une fracture de Mac Farland type IV, détachant un gros fragment métaphysaire.



Figure17 : radiographie de la cheville de face montrant une fracture de Mac Farland type IV, détachant un petit fragment métaphysaire

MATERIEL D'ETUDE

1-METHODOLOGIE :

Notre étude a porté sur l'analyse rétrospective de 23 dossiers de fractures de Mac Farland colligés au service de traumatologie orthopédique pédiatrique du CHU Hassan II de Fès entre janvier 2004 et septembre 2012 avec un recul moyen de 25 mois

2-CASUISTIQUE :

Nous avons colligé 23 cas de fractures de Mac Farland, nous nous sommes basés sur les données recueillies à partir des dossiers de traumatisés disponibles aux archives du service de traumatologie orthopédique pédiatrique du CHU Hassan II de Fès.

Plusieurs paramètres ont été recueillis tel que l'identité des patients, les circonstances de l'accident, le côté fracturé, les lésions associées, le type et les modalités du traitement (orthopédique ou chirurgical) ainsi que l'existence d'éventuelles complications immédiates (cutanées, vasculaires et nerveuses) et à long terme (raideur, douleur et désaxation).

Les traumatismes ont été classés selon la classification de Salter et Harris. Les résultats finaux ont été répartis selon les critères de Gleizes [33] en trois catégories :

- bon (absence de douleur, de raideur ou de désaxation)
- moyen (douleur, et/ou raideur sans désaxation)
- et mauvais (désaxation).

3-CRITERES D'INCLUSION :

Notre étude s'est intéressée aux patients dont les dossiers étaient complets, comprenant tous les renseignements cliniques, les radiographies pré et postopératoires, le type de traitement et surtout ceux qui ont été revus avec un suivi régulier.

4- FICHE D'EXPLOITATION

§ IDENTITE

- § Age
- § Sexe
- § Origine
- § Date d'admission.....
- § NE(IP).....
- § Délai d'admission.....

§ MOTIF D'HOSPITALISATION

§ CLINIQUE

○ Interrogatoire :

- § Circonstance de survenue : Chute ☐ AVP ☐ Accident sport ☐ Agression ☐
- § Date du traumatisme : ... /... /... Heure:.....
- § Membre traumatisé : Cheville droite ☐ Cheville gauche ☐
- § Mécanisme : Direct ☐ Indirect ☐ autre :.....
- § Impotence fonctionnelle : partielle ☐ totale ☐
- § Douleur : non ☐ oui ☐

○ Examen général :

○ Examen du membre traumatisé :

- Coté fracturé : droit ☐ gauche ☐ bilatérale ☐
- Déformation : non ☐ oui ☐
- Tuméfaction : non ☐ oui ☐
- Ouverture cutanée: oui ☐ Cauchoix et Duparc :.....
Non ☐
- Ecchymoses : non ☐ oui ☐
- Ecorchures : non ☐ oui ☐
- Points douloureux :.....
- Mobilité : Active Passive.....
- Bilan vasculo-nerveux:.....

- examen somatique :.....

§ PARACLINIQUE

- Radiographie standard de la cheville face ☐ + profil ☐ :
 - type Salter et Harris : type III ☐ type IV ☐
 - Déplacement (mm) : non ☐ < 2 ☐ >2 ☐
 - Lésions radio associées :.....
- Radiographie standard de la cheville controlatérale :.....
- Autre imagerie :.....
- Biologie : correcte ☐ non ☐ :.....

• TRAITEMENT

- Orthopédique seul : non ☐

Oui ☐ :

§ plâtre cruro-pédieux pendant:.....

§ Relayé par botte pendant :.....

§ Durée totale d'immobilisation :.....

- Traitement chirurgical :

§ Vissage : *à ciel ouvert ☐

*Percutané ☐

§ Embrochage : * à ciel ouvert ☐

*Percutané ☐

- Durée totale d'immobilisation :.....

• EVOLUTION

- Recul (mois)=

- A court terme :

Bonne ☐ déplacement secondaire ☐ infection ☐ autre ☐

- A moyen terme (3mois):

Bonne ☐ raideur ☐ Douleur ☐ boiterie ☐ autre ☐

- A long terme :

Bonne ☐ raideur ☐ Douleur ☐ boiterie ☐ désaxation ☐ autre ☐

- Résultat définitif :

Excellent ☐ bon ☐ moyen ☐ mauvais ☐

- complications :

§ Epiphysiodèse : oui ☐ non ☐

§ Désaxation : oui ☐ non ☐

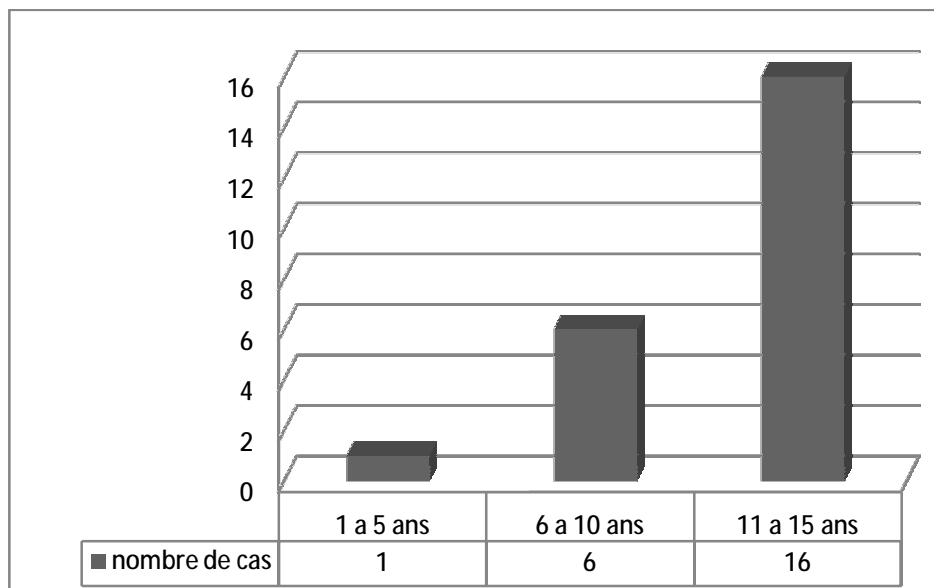
RESULTATS

1-ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE

1-1-Age :

L'âge moyen des enfants dans notre série était de 11,5 ans avec des extrêmes allant de 5 à 15 ans, (graphique 1)

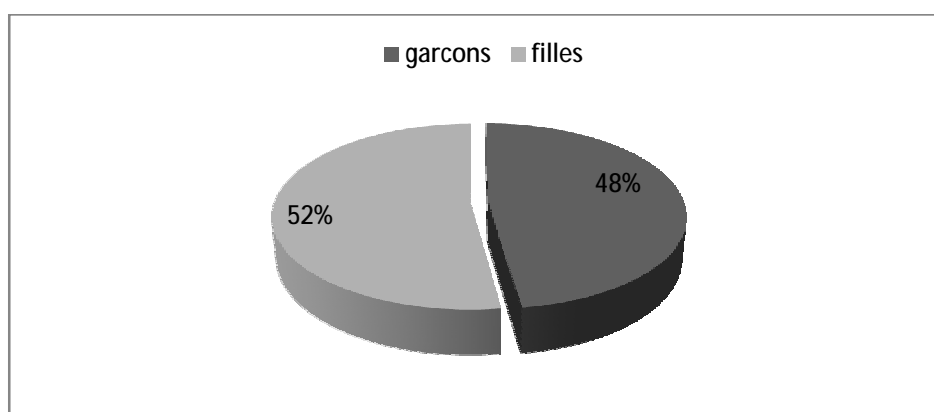
La tranche d'âge la plus touchée se situait entre 11 et 15 ans avec 16 cas soit 70% de l'ensemble des cas.



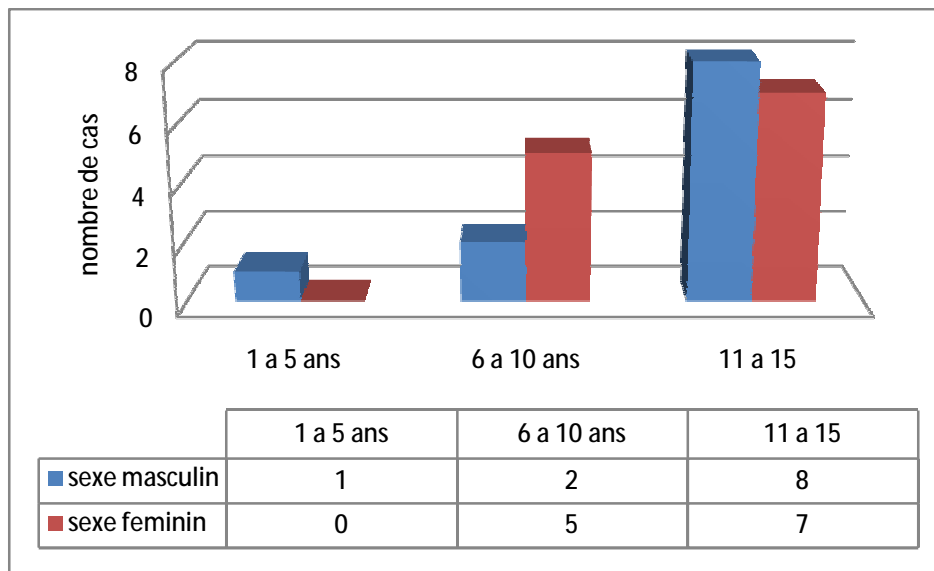
Graphique 1 : répartition des malades selon la tranche d'âge.

1-2-Sexe :

Dans notre série, on a constaté une légère prédominance féminine ; avec 12 filles (soit 52%) contre 11 garçons (soit 48%)



Graphique 2 : répartition des malades selon le sexe.



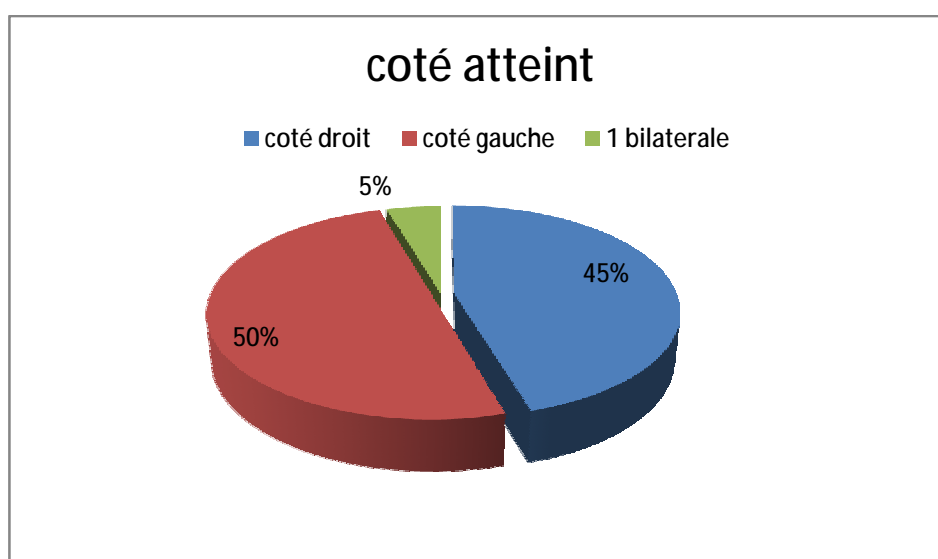
Graphique 3 : répartition du sexe selon la tranche d'âge

1-3-Délai d'admission :

Tous nos patients ont consulté le jour même du traumatisme, à l'exception d'un garçon de 13 ans qui a consulté après 48h.

1-4- Coté fracturé :

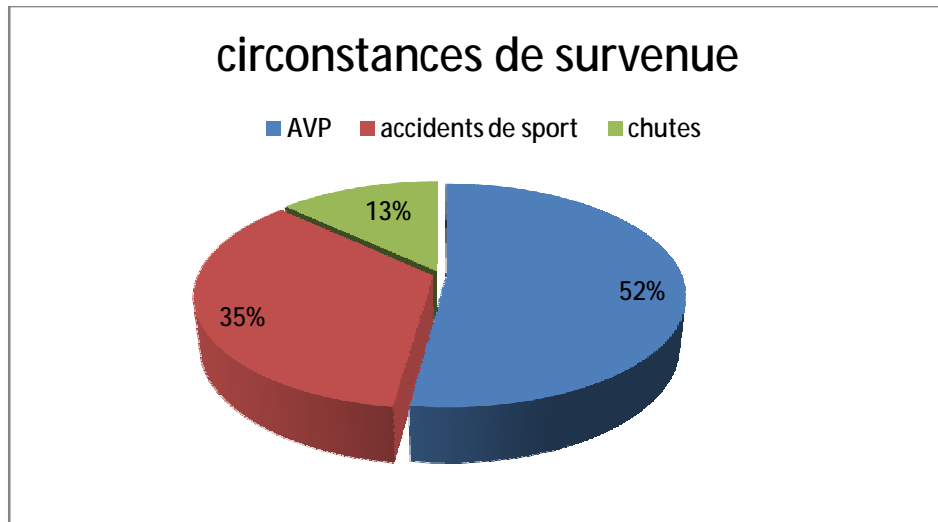
Parmi les 23 cas de notre série, le coté droit était fracturé chez 10 enfants (soit 45%), le coté gauche chez 11 (soit 50%) et un malade avait une fracture de Mac Farland bilatérale.



Graphique 4 : répartition des malades selon le coté atteint.

1-5-Circonstances de survenue :

Les fractures de Mac Farland dans notre série sont dues aux AVP dans 12 cas (soit 52%), à des accidents de sport dans 8 cas (soit 35%), et dans 3 cas elles sont dues à des chutes (soit 13%).



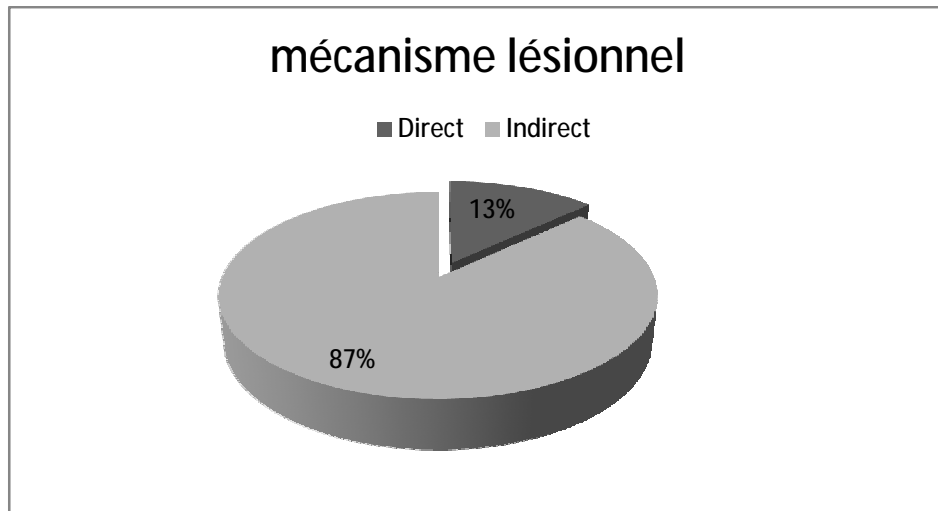
Graphique 5 : répartition des malades selon les circonstances de survenue

1-6-Mécanisme :

Le mécanisme rapporté dans notre série était surtout indirect par inversion de la cheville dans 20 cas (soit 87%). Mais dans 3 cas (soit 13%), le mécanisme lésionnel était direct par écrasement de la cheville secondaire à un AVP :

*Un garçon et une fille âgés respectivement de 10 et 13 ans victimes d'AVP ; avec un écrasement de la cheville occasionnant une fracture de Mac Farland type IV de Salter et Harris ; avec une ouverture cutanée stade 1 de Cauchoix et Duparc sans complications vasculo-nerveuses.

*un garçon de 13 ans victime d'un AVP, avec un écrasement des 2 chevilles par la roue d'une voiture, occasionnant une fracture Mac Farland bilatérale sans ouverture cutanée ni complications vasculo-nerveuse.



Graphique 6 : répartition des malades selon le mécanisme lésionnel

2-ETUDE CLINIQUE :

2-1-Tableau clinique :

Les signes fonctionnels sont dominés par Une impotence fonctionnelle totale ou partielle du membre inférieur avec une douleur.

L'examen de la cheville a objectivé :

- ✓ Une tuméfaction de la cheville chez tous les malades.
- ✓ Une déformation chez 6 malades.
- ✓ Des ecchymoses au niveau de la cheville et du pied chez 7 malades.
- ✓ Douleur exquise au niveau de la malléole interne chez tous les malades.

2-2-Lésions associées :

a-L'ouverture cutanée :

Deux cas d'ouverture cutanée ont été notés. Il s'agissait d' :

*Un garçon âgé de 10 ans victime d'un AVP ; écrasement de la cheville gauche occasionnant une fracture de Mac Farland type IV de Salter et Harris, avec une ouverture cutanée de 2 cm, classée stade 1 de Cauchoix et Duparc.

*une fille âgée de 13 ans victime d'un AVP ; écrasement de la cheville gauche par roue d'une voiture occasionnant une fracture de Mac Farland ouverte type III de Salter et Harris. L'examen de la cheville a objectivé une plaie de 3 cm au niveau de la cheville classée stade 1 de Cauchoix et Duparc.

b- Les lésions vasculo-nerveuses :

L'examen vasculo-nerveux chez les 23 malades était sans particularité, notamment pas de signe d'ischémie ou d'abolition des pouls, ni perte de sensibilité.

c- Les Polytraumatismes :

3 cas de traumatisme crânien associé :

- ✓ Une fille âgée de 8 ans victime d'une chute d'une terrasse, et qui a présenté un traumatisme cranio-facial avec une perte de connaissance initiale de durée imprécise. Elle a bénéficié d'une TDM cérébrale qui n'a révélé aucune anomalie.
- ✓ un garçon de 13 ans victime d'un AVP, et qui a présenté en plus d'une fracture de Mac Farland bilatérale un traumatisme crânien avec une perte de connaissance initiale de 15 min et plusieurs épisodes de vomissements, une TDM cérébrale a montré une fracture temporale.
- ✓ un garçon de 8 ans victime d'un AVP ayant en plus de sa fracture de Mac Farland un impact crânien avec PCI de 20 min, une TDM a objectivé un hématome cérébral.

d-affections médicales :

Il s'agit d'un cas de purpura thrombopénique idiopathique

3-ETUDE RADIOLOGIQUE

Tous nos malades ont bénéficié d'une radiographie de la cheville de face et de profil.

Des radiographies comparatives ou de $\frac{3}{4}$ ont été réalisées devant le moindre doute.

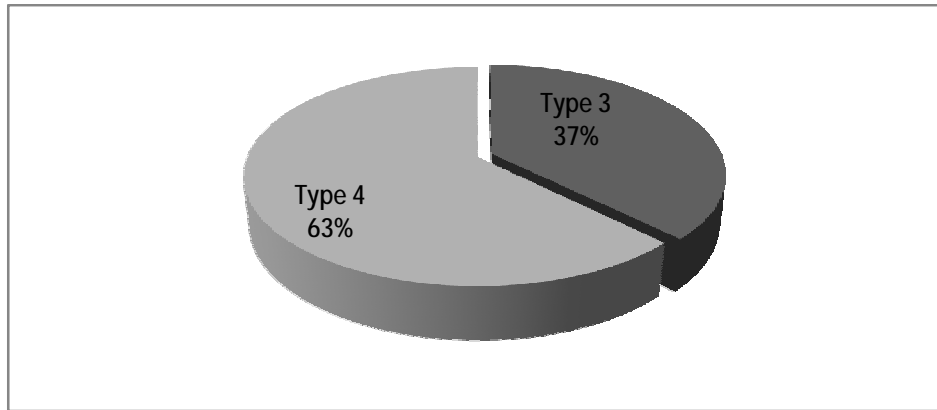
La TDM de la cheville était indiquée dans 4 cas devant le doute sur le déplacement ; et dans un cas pour une meilleure étude d'une fracture associée du talus.

3-1- Classification de Salter et Harris :

On a adopté la classification de Salter et Harris qui est actuellement la plus utilisée.

L'analyse des radiographies de la cheville a permis de différencier 2 types de fractures :

- ✓ 9 fractures type III de Salter et Harris (soit 37%) : Elles se sont présentées sous forme d'un trait épiphysaire tibial interne associé à un décollement épiphysaire.
- ✓ chez 14 cas une fracture type IV de Salter et Harris dont une bilatérale (soit 63%) : elles détachent, selon un trait oblique en haut et en dedans un fragment épiphysaire et métaphysaire, nous avons inclus dans le type IV les fractures associant un trait épiphysaire et une comminution métaphysaire.
(Figures)



Graphique 7 : répartition des malades selon la classification de Salter et Harris.

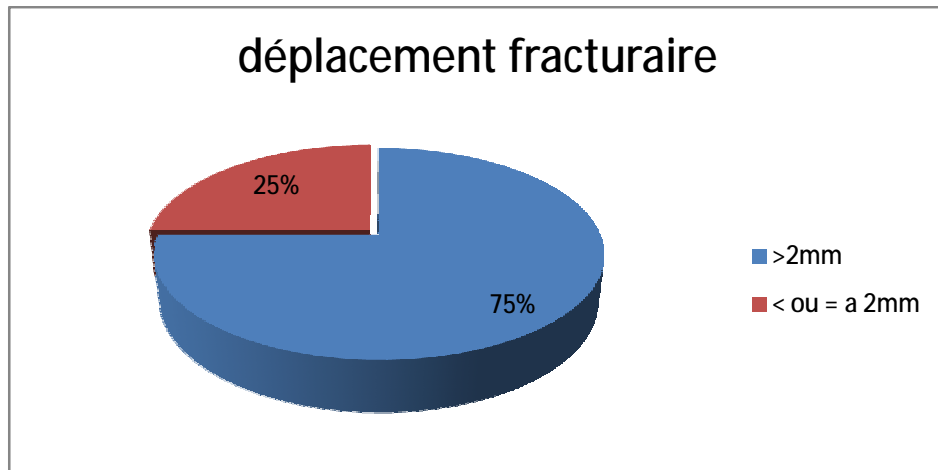
3-2- Etude du déplacement :

Etape primordiale dans la prise en charge des fractures de Mac Farland, l'évaluation du déplacement est un élément pronostique qui permet d'orienter l'attitude thérapeutique, un diastasis de plus de 2 mm est une indication formelle de la chirurgie.

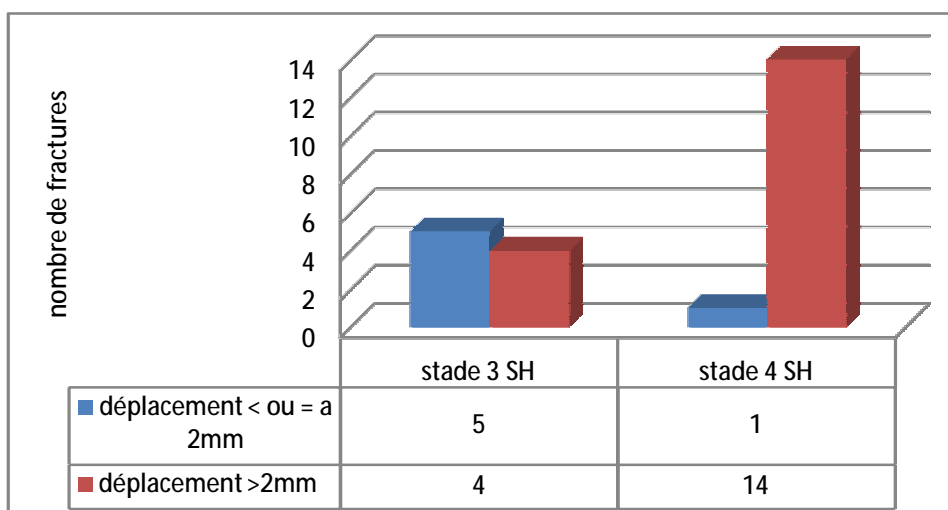
La radiographie devrait être strictement de face, c'est à dire en légère rotation interne.

Dans notre série :

- ✓ Chez 6 cas, le déplacement était nul ou ne dépassant pas 2mm, (soit 25%)
- ✓ Un déplacement de plus de 2mm était observé chez 17 cas dont une fracture bilatérale (soit 75%) (Graphique 8)



Graphique 8 : répartition des malades selon le déplacement de la fracture.



Graphique 9 : déplacement en fonction du type de Salter et Harris.

3-3- Lésions orthopédiques associées :

- ✓ 3 enfants de notre série ont présenté des lésions associées du péroné; il s'agissait de :
- 2 décollements épiphysaires type II de Salter et Harris de l'extrémité inférieure du péroné traités par un embrochage.
 - Une fracture en motte de beurre du 1/3 inférieur de la diaphyse péronière traitée orthopédiquement

- ✓ Une fracture du bassin au niveau du cadre obturateur gauche chez une fille de 12 ans victime d'une chute d'une terrasse occasionnant une fracture de Mac Farland type IV de Salter et Harris.
- ✓ un garçon de 13 ans avait une fracture du talus homolatérale à une fracture de Mac Farland type IV, sans déplacement aux coupes scannographiques.

Tableau 1: répartition des lésions orthopédiques associées

Lésions orthopédiques associées	Nombre de cas
Fractures du péroné	3
Fracture du bassin	1
Fracture du talus	1

4-TRAITEMENT

4-1-Objectifs du traitement :

La fracture de Mac Farland réalise une fracture décollement épiphysaire et une fracture épiphysaire c à d articulaire. Le traitement doit être anatomique pour éviter les complications.

Ce traitement fait appel à des moyens orthopédiques ou chirurgicaux.

4-2-Moyens thérapeutiques :

a-Traitement orthopédique :

Il consiste en la confection d'un plâtre cruro-pédieux pendant 45 j, avec contrôle radiographique à une semaine, et libération du genou à 1 mois

Le traitement orthopédique a été instauré chez 5 cas (soit 21%), il s'agissait de malades qui avaient une fracture de Mac Farland non déplacée.

Une TDM de la cheville a été réalisée chez 3 des 5 cas traités orthopédiquement afin de confirmer le non déplacement de la fracture.

b-Traitement chirurgical :

Il consiste en une réduction de la fracture et sa fixation par vissage parallèle au Cartilage de croissance ou par embrochage ; sous contrôle d'un amplificateur de brillance.

✓ 16 malades de notre série (soit 69%): ont bénéficié d'un vissage percutané parallèle au cartilage conjugal, par l'intermédiaire d'une vis spongieuse à filetage court de 3.5 mm de diamètre, avec une rondelle. l'incision était de 5 mm en regard de la malléole interne.

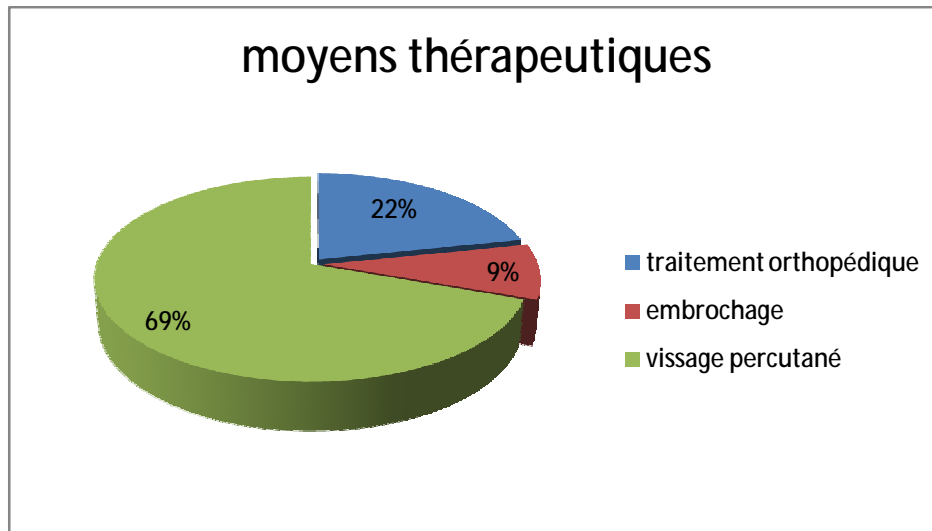
✓ dans 2 cas (soit 8%): la fixation a été faite après réduction, vu l'indisponibilité de l'amplificateur de brillance ; par 2 broches de Kirshner 18 qui traversent le cartilage conjugal.

Un contrôle radiologique post opératoire immédiat est fait chez tous nos malades opérés, et une immobilisation par une botte plâtrée pendant six semaines.

En résumé :

Sur les 23 malades de notre série :

- > 5 malades traités orthopédiquement.
- > 16 malades ont bénéficié d'un vissage percutané.
- > 2 malades ont bénéficié d'un embrochage.



Graphique 10 : répartition des moyens thérapeutiques utilisés dans notre série

4-3-Indications :

Les fractures de Mac Farland non déplacées dans notre série ont été traitées orthopédiquement.

Chaque fois qu'on a eu un déplacement qui dépasse les 2 mm, l'indication du traitement chirurgical est posée ; pour avoir une bonne réduction du décollement épiphysaire mais aussi de la fracture articulaire

4-4-Surveillance précoce :

Cliniquement, une surveillance cutanée et vasculo-nerveuse est effectuée les premiers jours en réalisant un examen sous plâtre du membre le lendemain. Au moindre doute de compression le plâtre est bivalvé.

Des contrôles radiologiques sont réalisés à 1 semaine et à j 45.

5-EVOLUTION ET COMPLICATIONS

5-1-Evolution :

- ✓ On n'a noté aucun signe de compression à l'examen sous plâtre réalisé le lendemain chez nos 5 malades traités orthopédiquement.
- ✓ parmi ces 5 malades seule une patiente a présenté un déplacement secondaire au 5eme jour.
- ✓ Les suites opératoires immédiates chez nos 18 malades opérés ont été simples, la radiographie de contrôle après une semaine est satisfaisante. Sauf pour un garçon de 11 ans qui a développé des signes d'ostéite.
- ✓ L'appui fut interdit pendant toute la durée d'immobilisation pour tous nos malades.
- ✓ déambulation avec béquilles à j +7.
- ✓ l'ablation du plâtre à J45.
- ✓ 5 patients ont présenté une raideur de la cheville dont une douloureuse, après ablation de la botte plâtrée ; tous ont bénéficié d'ostéosynthèse à ciel ouvert.
- ✓ la kinésithérapie a été indiquée chez les malades qui ont présenté une raideur et /ou douleur de la cheville.
- ✓ le sport a été autorisé à partir de 3 mois.
- ✓ l'ablation du matériel d'ostéosynthèse a été faite sous anesthésie générale au 6eme mois.

5-2-Complications :

a-Déplacement secondaire

Une patiente de 11 ans ayant une fracture de Mac Farland type III de Salter et Harris avec un déplacement initial ne dépassant pas 2 mm traitée orthopédiquement a présenté un déplacement secondaire au 5eme jour ; et a donc bénéficié d'un embrochage secondaire après réduction chirurgicale.

b-Complications septiques :

Un garçon de 10 ans ayant une fracture de Mac Farland type IV de Salter et Harris, ayant bénéficié d'un embrochage , et qui a développé des signes d'ostéite, l'évolution était favorable après bi-antibiothérapie parentérale, ablation du matériel d'ostéosynthèse et immobilisation.

c-Troubles de croissance (épiphysiodèse) :

Un enfant de 13 ans a présenté une épiphysiodèse sur fracture de Mac Farland type IV, traitée chirurgicalement, avec apparition d'une désaxation de la cheville en varus.

d-Autres complications :

Un malade âgé de 8 ans ayant une fracture de Mac Farland type III a présenté une cicatrice hypertrophique.

Observation n 135/08

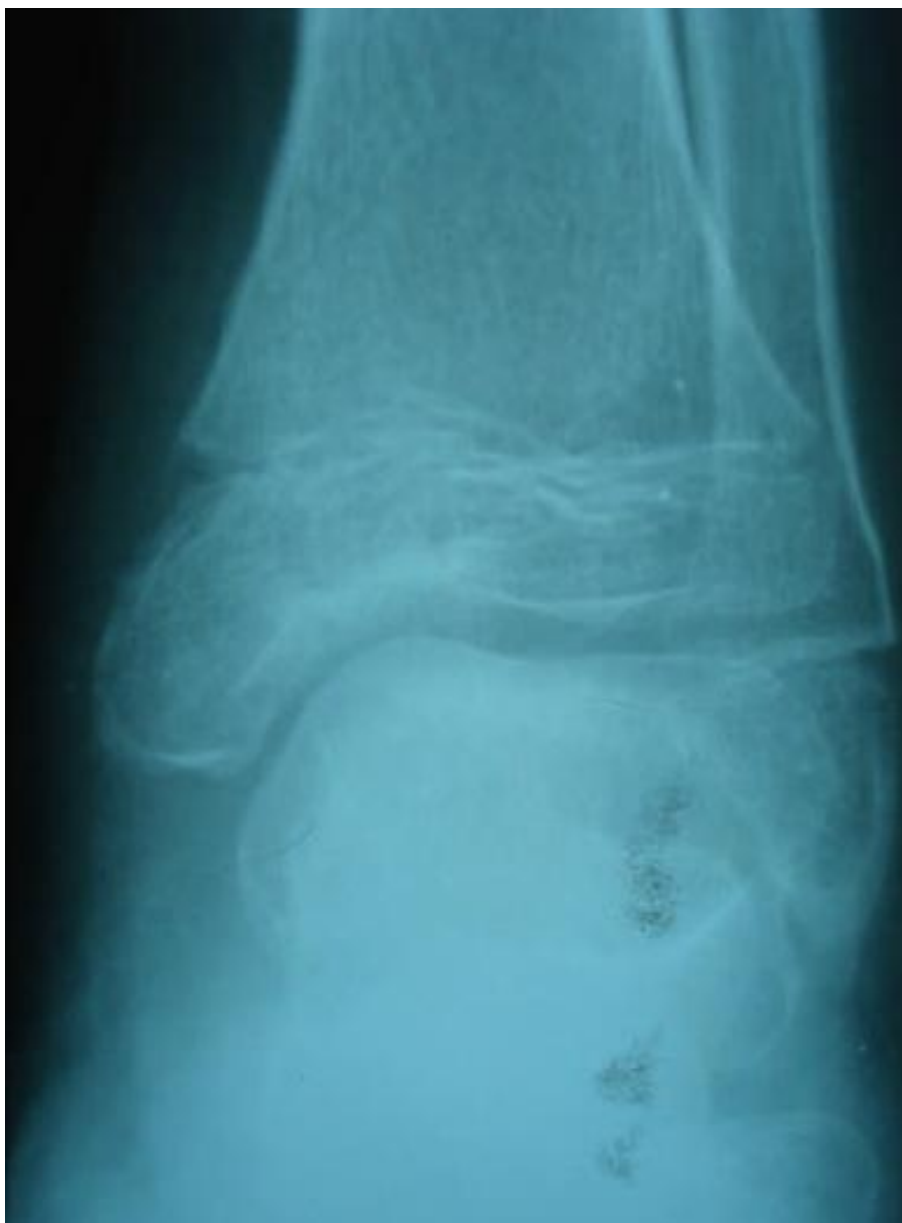
Garçon de 10 ans victime d'une chute occasionnant une fracture de Mac Farland type III de Salter et Harris, traitée par embrochage, avec excellent résultat.



radiographie de la cheville de face , réalisée le jour du traumatisme , montrant une fracture de Mac Farland type III.



Radiographie de contrôle de la cheville de face , réalisée en post opératoire (1 jour après traumatisme) : 2 broches de Kirshner 18 en place ; qui traversent le cartilage de croissance.



Radiographie de la cheville de face du meme patient , realisee au 6eme mois post traumatisme ne montrant aucune anomalie.

Observation n 1150/11

Garçon âgé de 12 ans victime d'AVP occasionnant fracture de Mac Farland type IV traitée par vissage, associée à un décollement épiphysaire type II de Salter et Harris de l'extrémité inférieure du péroné traitée par embrochage, avec excellent résultat.



Radiographie de la cheville de face , réalisée le jour du traumatisme , montrant une fracture de Mac Farland type IV de Salter et Harris, associée a un decollement épiphysaire du peroné type II selon la même classification.



Radiographie de contrôle de la cheville de face , réalisée en post opératoire: vissage épiphysaire tibial inferieur, parallèle au cartilage conjugale / embrochage du décollement épiphysaire péronier.



Radiographie de la cheville de face du meme patient , realisee au 6eme mois post traumatisme ne montrant aucune anomalie.

Observation n 237/10

Fille âgée de 08 ans victime d'un AVP occasionnant une fracture de Mac Farland type IV, traitée par vissage percutané parallèle au cartilage conjugal.



Radiographie de la cheville de face réalisée le jour du traumatisme, montrant une fracture de Mac Farland type IV déplacée.



Radiographie de la cheville de face et de profil, réalisée 48eme jour du traumatisme, montrant une bonne consolidation de la fracture de Mac Farland.

Observation n 892/09

Garçon de 13 ans victime d'un AVP occasionnant une fracture de Mac Farland type IV déplacée traitée par vissage à ciel ouvert.



Coupe scannographique frontale montrant une fracture de Mac Farland type IV de
Salter et Harris



Radiographie de la cheville de face réalisée en post opératoire 24h après le traumatisme, montrant une fracture de Mac Farland type IV déplacée traitée par vissage à ciel ouvert.



Radiographie de la cheville de face réalisée à j50 témoignant d'une bonne consolidation de la fracture.

Observation n 537/07

Garçon de 13 ans victime d'un AVP occasionnant une fracture de Mac Farland type IV déplacée ; traité par vissage parallèle au cartilage de croissance à ciel ouvert, se compliquant d'épiphyse interne.



Radiographie de la cheville de face réalisée le jour du traumatisme, montrant une fracture de Mac Farland type IV déplacée.



Contrôle radiographique à j6 ne montrant aucune anomalie.



Radiographie de la cheville de face réalisée au douzième mois après le traumatisme, montrant une épiphysiodèse interne avec désaxation de la cheville en varus.

DISCUSSION

Nombreuses sont les études concernant les fractures de Mac Farland ; ce qui nous a permis de dresser une étude comparative avec nos résultats.

1-PLACE DE LA FRACTURE DE MAC FARLAND DANS LA TRAUMATOLOGIE INFANTILE :

Les traumatismes de la cheville sont très fréquents chez l'enfant ils représentent 20% de la traumatologie infantile [9]

Les décollements épiphysaires de l'extrémité inférieure du tibia représentent 11% de l'ensemble des décollements épiphysaires.

Cette fréquence est expliquée par la configuration de l'articulation de la cheville ainsi que les spécificités biomécaniques de ses plaques conjugales les rendant particulièrement sensibles aux forces d'écrasement et de cisaillement [3].

Les fractures de Mac Farland représentent dans notre formation environ 47% des décollements épiphysaires de la cheville de l'enfant soit environ 5.2 % de l'ensemble des décollements épiphysaires.

2-AGE

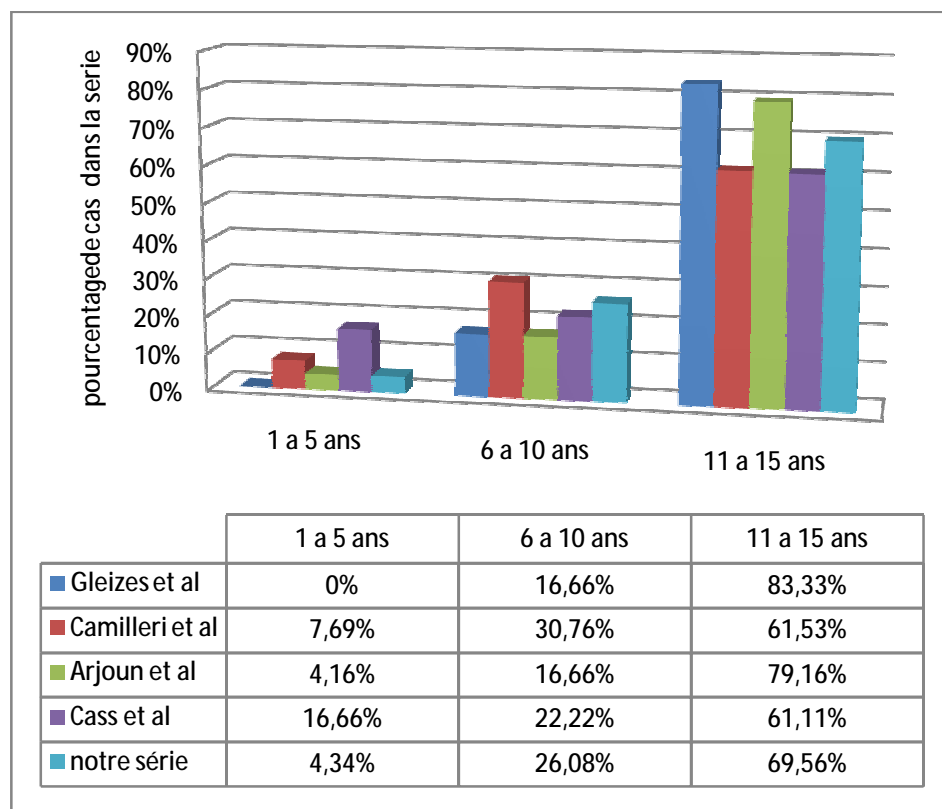
Les fractures de Mac Farland surviennent préférentiellement lorsque le cartilage de conjugaison commence à fusionner c à d entre 11 et 14 ans (Rang [20]), comme il est rapporté dans les différentes séries :

20 enfants sur 24 dans la série de Gleizes et al [33] ; 16 cas sur 26 chez Camilleri et al [49] 19 cas sur 24 chez Arjoun et al [32] ; et 16 cas sur 23 dans notre série.

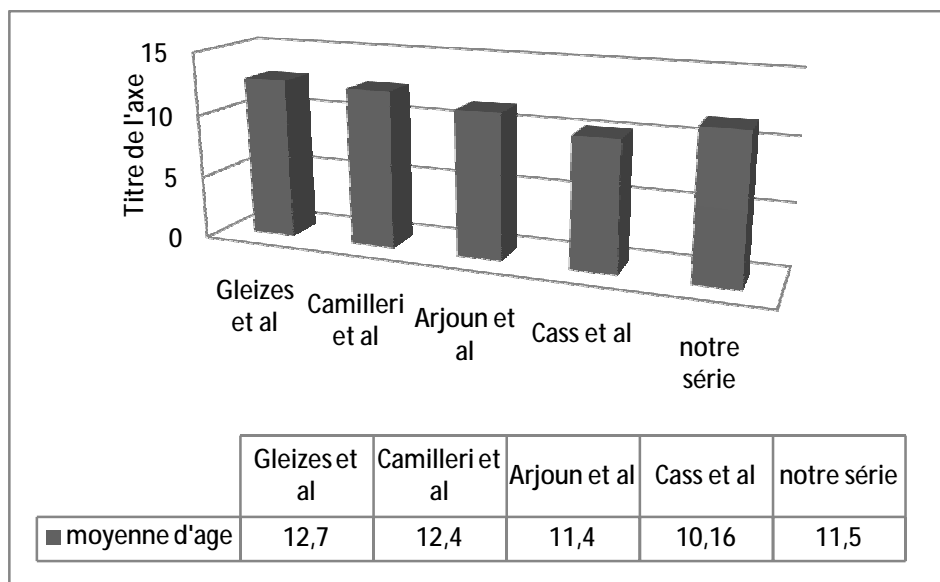
La moyenne d'âge dans les différentes études varie entre 10.1 et 12.7. Dans notre série elle est de 11.5 ans, ce qui converge avec les résultats de la littérature.

La survenue de cette fracture à cet âge peut s'expliquer par la nature de fermeture du cartilage de conjugaison de l'extrémité inférieure du tibia qui commence par la partie médiane et s'étend vers la périphérie.

Aussi cette fréquence s'explique par la pratique des adolescents de certains sports violents qui sollicitent la cheville notamment le ski, les rollers, les patins à roulettes.



Graphique 11: Répartition des malades selon la tranche d'âge dans les différentes séries de la littérature



Graphique 12: Moyenne d'âge des fractures de Mac Farland dans la littérature

3-SEXE

Dans notre série de 23 cas nous n'avons pas retrouvé la prédominance masculine qui règne dans toutes les séries, ainsi on a constaté une légère prédominance féminine : 12 filles (soit 52%) contre 11 garçons (soit 48%).

La répartition des sexes dans la littérature est identique à celle retrouvée dans l'ensemble des fractures de la cheville de l'enfant avec une nette prédominance masculine.

Tableau 2: répartition des sexes dans la littérature

études	effectif	Garçons	filles
Gleizes et al	n=24	14 soit 59%	10 soit 41%
Camilleri et al	n=26	14 soit 54%	12 soit 46%
Arjoun et al	n=24	13 soit 55%	11 soit 45%
Cass et al	n=18	12 soit 67%	6 soit 33%
Notre série	n=23	11 soit 48%	12 soit 52%
Afifi et al	n=51 (6 MF)	41 soit 80%	10 soit 20%
Dendane et al	n=103(16MF)	77 soit 75%	26 soit 25%

La prédominance masculine dans la littérature peut être expliquée par le fait que les garçons sont plus exposés aux traumatismes violents du fait de leur hyperactivité et par la fragilité du cartilage de croissance du garçon à la période d'adolescence.

Dans notre contexte l'hyperactivité de l'adolescent masculin n'est pas un facteur décisif ; du fait de la part effrayante des AVP dans nos circonstances de survenue, et le moindre recours aux activités sportives dans nos écoles.

4-CIRCONSTANCES DE SURVENUE :

Les étiologies du traumatisme dans notre série sont dominées par les AVP : 12 cas (soit 52%), suivis par les accidents de sport dans 8 cas (soit 35%), et enfin les chutes accidentelles dans 3 cas (soit 13%)

Dans la série historique de Mac Farland et al en 1933, il s'agissait d'enfants qui se tordaient la cheville en jouant dans les rails creux du port de Liverpool.

Par ailleurs chez Gleizes et al [33] et Camilleri et al [49] les chutes accidentelles dominent les étiologies respectivement par 37.5% et 46.15%, les AVP constituent respectivement 33.3% et 34.6%, et les Accidents de sport en 3eme place avec respectivement 29.1% et 19.2%.

Dans la série de Cass et al [62] les Accidents de sport constituent la cause la plus fréquente avec presque la moitié des cas (53% des fractures sont dues à des AS)

Tableau 3: circonstances de survenue dans la littérature en comparaison avec les résultats de notre série

Séries	Chutes accidentelles	Accidents de la voie publique	Accidents de sport	n=
Mac Farland et al	0	0	23 cas (soit 100%)	23
Gleizes et al	9 cas (soit 37%)	8 cas (soit 33%)	7 cas (soit 30%)	24
Camilleri et al	12 cas (soit 46%)	9 cas (soit 34%)	5 cas (soit 20%)	26
Cass et al	2 cas (soit 15%)	4 cas (soit 31%)	7 cas soit (54%)	13
Notre série	3 cas (soit 13%)	12 cas (soit 52%)	8 cas (soit 35%)	23

Chez nous les AVP occupent la première place vue la mauvaise éducation de nos enfants et de nos conducteurs vis-à-vis au code de la route, et le moindre recours aux activités sportives à l'école.

5-MECANISME :

Deux mécanismes sont individualisés dans la survenue des fractures de Mac Farland :

*Mécanisme direct : surtout par écrasement de la cheville lors d'un AVP violents.

*Mécanisme indirect : en adduction ou par inversion de la cheville, ce qui provoque un écrasement du cartilage tibial à sa partie interne par le coin interne du dôme astragalien se compliquant ainsi selon le degré de fusion du cartilage soit d'une fracture de l'épiphyse tibiale interne accompagnée d'un décollement épiphysaire(Salter III) dans le cas ou le cartilage n'est pas fusionné, soit d'une fracture de l'épiphyse tibiale interne et de la métaphyse dans le cas ou le cartilage commence à fusionner (Salter IV).

La connaissance du mécanisme lésionnel aide au geste thérapeutique de réduction quand la fracture est déplacée [1].

Dans notre étude, le mécanisme du traumatisme était indirect dans 20 cas (soit 87%) par inversion de la cheville ou en adduction. cependant dans 3 cas le mécanisme lésionnel a été direct par écrasement de la cheville par la roue d'un véhicule (AVP) occasionnant des fractures type IV de Salter et Harris déplacées.

Les fractures de Mac Farland chez Gleizes et al [33], Camilleri et al [49] et Cass et al [62] surviennent après des traumatismes de cheville en adduction selon un mécanisme indirect, comme en témoignent leurs résultats : la majorité de leurs fractures étaient consécutives à des chutes accidentelles ou des accidents sportifs.

Aussi pour Mac Farland et al [43], toutes ses recrues étaient des fractures de la malléole interne consécutives à une torsion de la cheville dans des rails creux en adduction selon un mécanisme indirect.

L'incidence du mécanisme direct dans notre série (3 cas) ne peut être expliquée que par la fréquence des AVP dans notre contexte.

6-TABLEAU CLINIQUE :

L'étape clinique permet d'évoquer le diagnostic de fractures de Mac Farland, plusieurs signes fonctionnels et physiques sont retrouvés :

L'impotence fonctionnelle plus ou moins évidente du membre inférieur, la douleur à l'interrogatoire et à la palpation de la malléole interne est constante, ainsi qu'un œdème, des érosions cutanées, cependant la déformation de la cheville n'a été retrouvée que dans 7 cas dans notre série. Ce qui converge avec les résultats de la littérature.

Les complications notamment les ouvertures cutanées et les troubles vasculonerveux doivent être recherchés systématiquement.

L'examen du pied permet d'éliminer un traumatisme plus distal de la sous astragalienne et surtout du médio tarse.

7-RADIOLOGIE :

7-1-les moyens radiologiques :

a-radiographies standards :

Devant toute douleur malléolaire, avec une difficulté lors de la marche une radiographie de la cheville s'impose de face et de profil. La radiographie de la cheville controlatérale pour un examen comparatif peut être utile dans les cas douteux, ainsi que les clichés de $\frac{3}{4}$.

La radiographie devrait être strictement de face c.à.d. en légère rotation interne, pour pouvoir mettre en évidence le siège exact du trait et l'importance du déplacement [12].

Le bilan radiographique selon Mayrargue [3] peut également comporter en plus des clichés standards de face et de profil, des incidences obliques de $\frac{3}{4}$.

b-TDM :

En cas de doute sur un éventuel déplacement sur les clichés standards, un complément scannographique s'avère nécessaire. La TDM permet d'analyser avec certitude le déplacement et permet aussi en cas d'indication chirurgicale d'éviter un traitement agressif [61]

Aussi la TDM est très utile ,en cas de mécanisme a haute énergie pour explorer les différents éléments osseux de la cheville non visibles sur les radiographies standards vue leur superposition, permettant ainsi de modifier l'attitude thérapeutique ou planifier une ostéosynthèse adéquate, définir le pronostic à long terme de la fracture et d'armer la surveillance des enfants à haut risque d'avoir des complications en particulier l'épiphysiodèse

Dans l'étude de Cutler et al [61] sur l'apport de la TDM dans la prise en charge thérapeutique des fractures de la physe tibiale distale ; Cutler a utilisé une seule coupe scannographique transversale pour chacun de ses 62 malades candidats au

vissage, afin d'étudier la position idéale de la vis épiphysaire d'où une meilleure ostéosynthèse. Les résultats par la suite étaient satisfaisants selon Cutler, ce qui l'a motivé à recommander l'utilisation de cette technique dans la routine médicale.

Cependant pour certains auteurs comme Feldman [44], La TDM est réservée à l'exploration des fractures triplanes.

c-IRM :

L'IRM a été plusieurs fois comparée aux radiographies standards pour définir si elle permettait un diagnostic plus précis des fractures concernant la physe tibiale distale ; et tous les auteurs s'accordent pour démontrer la supériorité de l'IRM par rapport aux clichés standards, mais ils n'ont pas discuté les avantages de celle-ci par rapport au scanner.

Pour Petit [45], l'IRM permet de déterminer de façon nettement plus sensible que les clichés simples le trait de fracture.

Dans l'étude de Petit [45], portant sur 29 cas de fractures de l'extrémité inférieure du tibia chez l'enfant une seule fracture a été sous estimée sur les clichés standards, et l'attitude thérapeutique n'a jamais été modifiée par les résultats de l'IRM.

De toute façon rien n'est plus rapide et pratique à la phase aigue du traumatisme que des clichés standards de face de profil et des trois quarts avec à la moindre difficulté un cliché controlatéral comparatif.

7-2-Classification anatomo-radiologique :

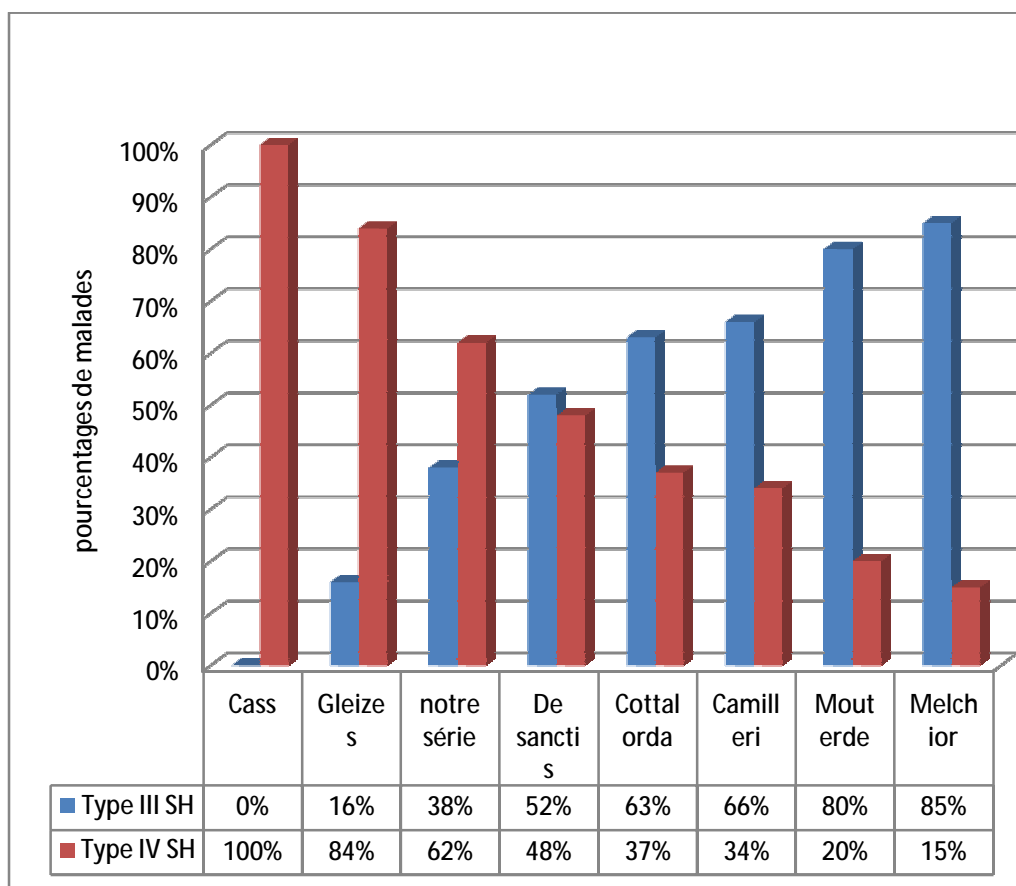
L'analyse rétrospective de nos dossiers montre qu'il existe deux types de lésions dont le mécanisme lésionnel et le pronostic sont différents. Cette notion avait déjà été évoquée par Gill et al [67] et plus particulièrement par Mouterde et al [40]. On distingue ainsi les fractures de type III et de type IV dans la classification de Salter et Harris [59].

Dans les séries de Gleizes et al [33] et Cass et al [62] les fractures de type IV sont plus fréquentes et surviennent dans un contexte de traumatisme à haute énergie.

De même le type IV dans notre série est majoritaire avec 14 cas (soit 63%) contre 9 cas de fractures type III (soit 37%).

Dans les séries de Melchior et al [41], Camilleri et al [49], Cottalorda et al [], De Sanctis et al [31] et Mouterde et al [40] le type III prédomine.

Le graphique compare les résultats de notre série avec ceux des différentes séries :



Graphique 13: comparaison des résultats anatomo-radiologiques de notre série avec ceux des différentes séries (en pourcentage)

Cass et al [62] a tenté d'expliquer ce recrutement différent en type III et IV des différentes série de la littérature : d'après lui, il n'est pas possible sur une radiographie de la cheville de face et de profil de juger de l'extension du trait de fracture dans la métaphyse .ces deux clichés sous estiment selon Cass le nombre de Salter IV, ainsi plusieurs fractures type IV sont classées en type III. Pour Cass seul un cliché oblique permet de manière objective de classer une fracture en type III ou IV

Notre étude étant rétrospective, nous n'avons pas pu contrôler ce point précis car nous n'avons trouvé un cliché oblique que dans 3 dossiers de notre série.

7-3-le déplacement :

La revue de littérature [22 ; 31 ; 32;33 ; 40 ; 44 ; 62 ; 63] suggère que la fracture de Mac Farland est déplacée a partir d'un écart radiologique de 2mm.

Dans notre série un déplacement de plus de 2mm a été objectivé chez 17 cas (soit 75%) dont 14 sont de type IV de Salter et Harris. Ce qui converge avec les résultats de la littérature

Ainsi 14 fractures sur 26 étaient déplacées de plus de 2 mm chez Camilleri et al [49], et 15 fractures sur 24 chez Gleizes et al [33].

7-4-lésions orthopédiques associées :

Les lésions externes associées aux fractures de Mac Farland sont fréquentes : arrachement du ligament latéral ou décollement épiphysaire péronier de type I ou II déplacés ou non [12]

La fracture de l'astragale peut être observée lors de traumatismes de haute énergie [33 ; 34]

Dans notre série, les lésions associées retrouvées étaient :

- Un décollement épiphysaire Type II de l'extrémité inférieure du péroné dans 2 cas.
- Une fracture en motte de beurre de la diaphyse péronière chez 1 cas.
- Une fracture de l'astragale chez 1 cas
- Une fracture du bassin chez 1 cas.

Ainsi dans la série de Gleizes [33] une lésion associée du péroné existait chez 11 patients (soit 45%) ; et une fracture de l'astragale chez un patient.

Pour Afifi et al [9] les fractures du péroné représentaient 26 % dont 18 % associé à un type II et 8 % associé à un type III de l'extrémité inférieure de tibia.

La porosité plus grande de la métaphyse péronière et la position plus distale de sa plaque conjugale peut expliquer l'association des fractures métaphysaires du péroné aux atteintes épiphysaires distales du tibia [12].

8-TRAITEMENT :

Contrairement à Rang [20], notre attitude a été résolument chirurgicale devant le moindre déplacement (à savoir un déplacement > 2mm), d'autant que les déplacements secondaires sous plâtre sont relativement fréquents. Le traitement orthopédique a été réalisé dans 5 cas (soit 21%).

L'indication chirurgicale a été retenue sur les données de l'étude de Spiegel et al [63] qui considèrent que tout déplacement dépassant 2 mm sur les radiographies doit être réduit chirurgicalement, et fixé par vissage, matériel biodégradable [64] ou embrochage sous peine d'avoir une incongruence articulaire.

Pour Chigot [34] l'embrochage est préconisé chez le petit enfant.

Ainsi 19 patients de notre série ont bénéficié d'un traitement chirurgical : 17 vissages percutanés (16 en première intention et 1 secondaire), et 2 embrochages, on n'a réalisé aucun vissage à ciel ouvert dans notre série.

Aussi pour Gleizes et al [33] Le traitement a été orthopédique chez 7 patients: immobilisation simple par un plâtre cruro-pédieux sans réduction dans 4 cas; réduction première puis immobilisation secondaire par un plâtre cruro-pédieux dans 3 cas. La durée moyenne d'immobilisation a été de 40 jours, et le traitement a été chirurgical dans 17 cas parmi lesquels 11 vissages à ciel ouvert , 2 visages percutanés, et 4 embrochages. L'abord chirurgical a été pratiqué par voie interne dans 16 cas et par voie postérieure dans 1 cas.

Cependant Camilleri et al [49] ont adopté une stratégie thérapeutique un peu différente. Ils ont été plus restrictifs dans leurs indications chirurgicales puisque toutes les fractures ayant un déplacement supérieur a 1mm ont été opérées ; ils ont ainsi opère 5 fractures de Mac Farland qui selon les critères classiques, étaient considérées comme des fractures non déplacées

Le traitement dans la série de Camilleri et al [49] a été orthopédique dans 7 cas et chirurgical dans 21 cas (19 en première intention et 2 en seconde) dont 18 vissages à ciel ouvert et 3 embrochages. Aucun vissage percutané n'a été réalisé.

L'étude de Duran et al [68] s'est intéressée à travers une série de 45 cas , au vissage percutané des fractures de Mac Farland comme alternative à la chirurgie à ciel ouvert, ainsi ils ont traités 16 cas orthopédiquement , et opéré 29 dont 19 vissages percutanés ;et leurs résultats étaient bons a excellents chez 41 patients dont ceux ayant bénéficié de vissage percutané ,ce qui montre que la chirurgie à ciel ouvert peut être avantageusement remplacée par une fixation percutané.

Alors en comparaison avec les résultats sus cités nous constatons que nos résultats globaux s'approchent de ceux de la littérature observée par différents auteurs aussi bien pour le traitement orthopédique que chirurgical.

9-COMPLICATIONS :

9-1-Troubles de croissance :

a-définition :

Les fractures de Mac Farland se différencient des autres types de fractures articulaires par un taux élevé de complications à long terme. Parmi les complications observées, les désaxations sont les plus fréquentes.

Ces désaxations sont souvent secondaires à une épiphysiodèse tibiale interne [25] [65] [66], qui provoque une déformation progressive de l'arrière pied en varus avec obliquité de l'interligne tibio-astragalien et hypoplasie interne de l'épiphyse tibiale inférieure et un aspect d'allongement du péroné.

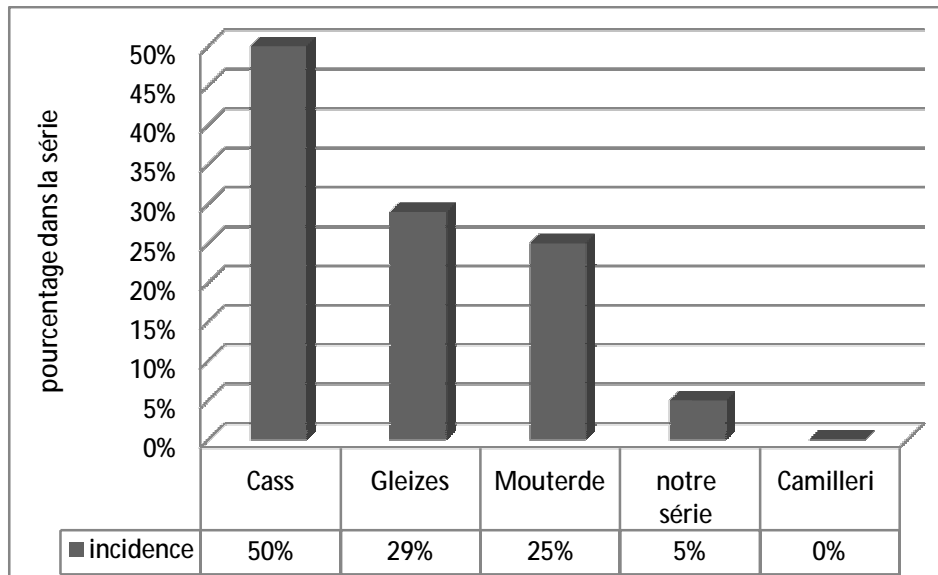
Les désaxations survenues dans les différentes séries ainsi que la notre étaient en varus sauf dans un seul cas dans la série de Melchior et al [41] où la désaxation a été en valgus de la cheville par hypertrophie de la malléole interne.

b-incidence des troubles de croissance :

L'incidence de l'épiphysiodèse dans la série de Gleizes et al [33] était de 29%, 25% pour Mouterde et al [40], et 50% pour Cass et al [62]

Par contre aucune épiphysiodèse n'est survenue chez Camilleri et al [49] probablement par le biais de recrutement, puisque il n'a traité que 9 fractures type IV sur 26.

Dans notre série et contrairement aux résultats de la littérature on déplore une seule épiphysiodèse sur nos 23 cas (soit 5%).



Graphique 14: incidence des troubles de croissance dans notre série en comparaison avec quelques résultats de la littérature.

c-étude radiologique des troubles de croissance :

La recherche d'épiphyseose repose sur les clichés radiographiques en visualisant une anomalie d'axe, de longueur, une désorientation de la plaque conjugale et des stries d'arrêt de croissance [45].

La TDM ne permet d'explorer que les ponts osseux [46], par contre l'IRM permet un diagnostic précoce de l'épiphyseose mais pas avant 12 mois en post-traumatique [47].

Si l'épiphyseose est définitivement constituée, son diagnostic repose sur l'analyse des clichés simples, la TDM et l'IRM n'ayant pour objectif que d'apprécier l'étendue du pont d'épiphyseose [45].

La scintigraphie osseuse est utile pour explorer les troubles de croissance osseuse car son signal est directement proportionnel à la quantité d'os nouvellement calcifié dans une physe [48].

d-traitement des troubles de croissance :

Le traitement de ces troubles de croissance peut se résumer en un traitement curatif et un traitement palliatif [52].

► Le traitement curatif (désépiphysiodèse) si le patient a plus de 2 ans de croissance résiduelle et si l'atteinte du cartilage de croissance est inférieure à 50 % [52], et elle consiste à retirer le pont osseux qui fait obstacle à la reprise de la croissance. Le principe de l'intervention est simple et consiste à une résection du pont osseux et la prévention de la récurrence par interposition de matériel inerte à base de ciment acrylique radio-opaque qui a l'avantage de permettre un suivi secondaire sur l'efficacité du traitement.

► Le traitement palliatif est indiqué si le patient a moins de 2 ans de croissance résiduelle et si l'atteinte du cartilage conjugal est supérieure à 50%. Et il consiste à corriger la désaxation associée ou non à une épiphysiodèse complémentaire. Ainsi on peut réaliser :

- Une ostéotomie avec correction extemporanée de l'angulation et [56].
- Une ostéotomie avec correction progressive de l'angulation faite par fixateur externe [53 ; 54].
- Une ostéotomie avec correction progressive et allongement simultané pour corriger l'angulation ainsi que l'inégalité de longueur [55].

Dans notre série on a perdu de vue le malade ayant développé une désaxation.

Dans la série de Gleizes [33] le traitement de ces désaxations a été réalisé chez des enfants en fin de croissance (7 cas) par épiphysiodèse complémentaire plus ou moins une ostéotomie supra-malléolaire de réaxation avec de bons résultats.

Aucune étude à notre connaissance ne mentionne le devenir et le traitement de ces complications à l'âge adulte.

Alors il est important d'assurer un suivi fréquent des fractures de Mac Farland afin de détecter rapidement les arrêts de croissance et, par conséquent, de favoriser la chirurgie corrective.

9-2-autres complications :

*Un cas de déplacement secondaire sous plâtre est survenu dans notre série ayant bénéficié d'un embrochage secondaire après réduction chirurgicale. L'incidence du déplacement secondaire dans les différentes séries de fracture de Mac Farland était proche de la notre (3 chez Gleizes et al [33] ,2 chez Camilleri et al [49] et 1 chez Cass et al [62]).

*Les complications septiques ne sont pas rares dans la littérature :

Dans notre série un cas s'est compliqué d'ostéite sur matériel d'ostéosynthèse.

Dans la série de Gleizes et al [33] un cas s'est compliqué d'arthrite septique de la cheville, secondaire à un escarre sous plâtre.

*La raideur de la cheville après ablation du plâtre est très fréquente dans la littérature :

Dans notre série 5 patients ont présenté une raideur secondaire de la cheville dont une douloureuse, après ablation de la botte plâtrée ;

De même 5 raideurs observées dans la série de Camilleri et al [49] dont 3 douloureuses et 1 des craquements articulaires et 1 cicatrice adhérente et 1 hypertrophique.

Dans la série de Gleizes et al [33] ,4 patients ont présenté une raideur secondaire de la cheville

Tableau 4 : complications dans notre série en comparaison avec les résultats des 2 grandes séries de fractures de Mac Farland de la littérature.

séries	n=	Déplacement secondaire	Complications septiques	Raideur secondaire	Epiphysiodèse	Cicatrices
Gleizes	24	3	1	4	7	-
Camilleri	26	2	0	5	0	2
Notre série	23	1	1	5	1	1

10-FACTEURS DE MAUVAIS PRONOSTIC :

La revue de la littérature [31 ; 33 ; 34 ; 40 ; 41 ; 49] suggère l'existence de facteurs prédisposant ultérieurement à une désaxation.

Un mécanisme lésionnel par compression qui peut se traduire par la présence d'une comminution métaphysaire serait pour Mouterde et al [40] un élément péjoratif. Les résultats de Gleizes et al [33] convergent avec ceux de Mouterde et al : ils avaient dans leur série 2 comminutions métaphysaires s'étant toutes les 2 compliquées en épiphysiodèse avec désaxation de la cheville en varus malgré une ostéosynthèse bien conduite.

Les fractures décollements épiphysaires Salter IV donnent un pourcentage de désaxations plus important que le type III : en effet Gleizes et al [33] notent que dans leur série, aucune complication n'est survenue dans le type III, ne donnant que de bons résultats à un recul minimum d'un an .alors qu'ils notent 7 désaxations sur 20 dans les types IV avec le même recul. Ceci avait déjà été constaté par Mouterde et al [40], et s'accorde avec nos résultats.

Un traitement initial incorrect, soit par réduction insuffisante, soit par matériel d'ostéosynthèse traversant le cartilage de croissance peut se compliquer d'une désaxation a moyen terme [31 ; 33 ; 40 ; 41].

L'ostéosynthèse doit rester épiphysaire ; dans la série de Gleizes et al [33] chaque fois que la vis a traversée le CC (2 cas), elle s'est compliquée d'une désaxation.

Pour Mouterde et al [40], Le jeune âge au moment du traumatisme est un facteur prédictif de désaxation.

Pour Gleizes et al [33] le jeune âge au moment du traumatisme n'apparaît pas comme facteur prédictif d'épiphysiodèse .ceci représente pourtant un facteur de risque potentiel dans la mesure où chez le jeune enfant le potentiel de croissance est important et pourrait conduire facilement a une désaxation en cas d'épiphysiodèse.

CONCLUSION

Les fractures de Mac Farland sont des fractures articulaires de la cheville de l'enfant avec atteinte du cartilage conjugal de l'extrémité inférieure du tibia faisant courir le risque d'épiphysiodèse interne de ce cartilage croissance.

Les facteurs pronostiques sont : la violence du traumatisme, le type IV de Salter et Harris, et un traitement initial incorrect. L'ostéosynthèse doit respecter le cartilage conjugal, et la surveillance doit se poursuivre jusqu'à l'arrêt de la croissance

RESUMES

RESUME

Les fractures de Mac Farland sont des fractures articulaires de la cheville de l'enfant, dont le trait traverse la partie médiale du cartilage de conjugaison de l'extrémité distale du tibia, réalisant un type III ou un type IV de Salter et Harris. Notre travail s'est basé sur l'étude rétrospective de 23 dossiers colligés au service de traumatologie orthopédique pédiatrique du CHU Hassan II de Fès pendant une période de 8 ans et 9 mois, s'étalant entre janvier 2004 et septembre 2012.

- Les fractures de Mac Farland sont l'apanage de l'enfant d'âge scolaire ; l'âge moyen de nos malades était de 11.5 ans.
- Nous n'avons pas constaté dans notre série de prédominance de sexe.
- Les circonstances étiologiques sont dominées par les AVP dans notre contexte (52%) suivis des accidents de sport (35%) et des chutes accidentelles (13%).
- Le mécanisme rapporté était surtout indirect (soit 87%).
- L'ouverture cutanée était présente dans 2 cas (soit 8%).
- Le type IV de Salter et Harris prédomine, avec 14 cas (soit 63%), contre 9 cas de fractures de Mac Farland type III (soit 37%).
- Le déplacement était supérieur à 2 mm dans 17 cas (soit 75%) tandis qu'il était nul ou ne dépassant pas 2 mm dans 6 cas (soit 25%).
- 3 enfants ont présenté des lésions associées du péroné : 2 décollements épiphysaires type II de Salter et Harris et une fracture diaphysaire.
- Le traitement orthopédique a été utilisé dans 5 cas (soit 21%).
- Chaque fois qu'on a eu un déplacement > 2mm, l'indication du traitement chirurgical est posée. Ainsi on a opéré 19 enfants (18 en première intention et 1 en seconde) : 17 vissages percutanés et 2 embrochages.
- Parmi nos 19 malades opérés, on a eu un cas d'ostéite sur matériel d'ostéosynthèse.

- 5 malades de notre série ont présenté une raideur secondaire de la cheville dont une douloureuse, toutes réversibles avant la dernière consultation.
- L'épiphysiodèse interne, cette complication redoutable n'est survenue dans notre série que dans un seul cas, (soit 4%), occasionnant une désaxation de la cheville en varus, l'enfant a été perdu de vue par la suite.
- Au plus long recul le résultat définitif a été jugé bon à excellent dans 19 cas, moyen dans 3 cas, et mauvais dans un seul cas.

ABSTRACT

McFarland fractures are ankle joint fractures of the child, whose line crosses the medial side of distal tibial growth plate, producing a type III or type IV Salter and Harris. Our work is based on a retrospective study of 23 cases managed at the department of pediatric surgery of the central hospital Hassan II of Fez over a period of 8 years and 9 months, ranging between January 2004 and September 2012.

- Mac Farland fractures are the prerogative of school age children; the average age of our patients was 11.5 years, with no sex predominance.
- The etiological circumstances are dominated by road accidents in our context (52%), followed by sports injuries (35%) and accidental falls (13%).
- The mechanism reported was mainly indirect (87%).
- Skin opening was present in 2 cases (8%).
- The type IV of Salter and Harris predominates, with 14 cases (63%), against 9 Mac Farland fractures type III (37%).
- Displacement was greater than 2 mm in 17 cases (75%) while it was zero or not more than 2 mm in 6 cases (25%).
- 3 children had associated lesions of the fibula: 2 physeal injuries type II and a diaphyseal fracture.
- Orthopaedic treatment was used in 5 cases (21%).
- Every time we had a displacement > 2mm, the indication of surgical treatment is raised. Thus we operated 19 children (18 in first line and 1 in second): 17 percutaneous screwing and 2 fixations with Kirshner wires.
- Among our 19 patients operated, we had a case of osteitis .
- 5 patients in our series showed a secondary stiffness of the ankle of which one was painful, all reversible before the last consultation.

- Internal epiphysiodesis, this serious complication has occurred in our series in only one case (4%), causing a varus deformity of the ankle, the child was lost sight of in the future.
- Overall results were good were in 19 cases ,fair in 3 , and poor in 1 case.

ملخص

كسور ماك فارلاند عبارة عن كسور مفصلية لكاحل الطفل بحيث أن خط الكسر يعبر الجانب الداخلي لغضروف النمو السفلي لعظم الساق محدداً بذلك إما النوع الثالث أو الرابع من تصنيف سالتزر. هذا العمل يركز على دراسة استعادية لمفلات 23 طفل مصاب بكسور ماك فارلاند تم استقبالهم ومعالجتهم جميعاً بمصلحة جراحة وتقويم عظام الأطفال بالمستشفى الجامعي الحسن الثاني بفاس في الفترة الممتدة ما بين يناير 2004 و شتبر 2012. تمت متابعة المرضى بصفة مستمرة و بمتوسط مراقبة حوالي 25 شهر .

- يختص الأطفال في سن التمدرس بهذه الكسور بمتوسط عمر يناهز 11.5 سنة..
- لم نلاحظ في مجموعتنا هيمنة أي من الجنسين.
- حوادث السير هي السبب الرئيسي للكسر في سياقنا ، بحيث شكلت بمفردها حوالي 52% من الظروف المسببة ،متبوعة بحوادث الرياضة 35% ثم السقوط العرضي ب 13%.
- آلية الكسر في مجموعتنا كانت غير مباشرة في 87% من الحالات .
- الفتح الجلي كان موجوداً عند مريضين أي 8% من مجموع الحالات.
- لاحظنا هيمنة النوع الرابع في تصنيف سالتزر على كسور ماك فارلاند في مجموعتنا ب 14 حالة أي معدل 63% ، مقابل 9 حالات من النوع الثالث أي بمعدل 37%.
- الانزياح فاق مليمتريين في 17 حالة أي بمعدل 75%؛ بينما لم يتجاوز هذا الرقم في 6 حالات أي بمعدل 25%
- 3 أطفال تعرضوا لكسور مرافقة في عظم المشبك : وهى عبارة عن انفصاليين مشاشيين من النوع الثاني في تصنيف سالتزر ،وكسر بسيط في عمود عظم المشبك .
- لجأنا للعلاج التقويمي في 5 حالات أي بمعدل 21%،
- كل الحالات التي تجاوز انزياح الكسر فيها مليمتريين استفادت من علاج جراحي ،فمن بين 19 طفلاً الذين أجريت لهم الجراحة :تم تركيب برغي متوازي مع غضروف النمو عبر الجلد ل 17 طفلاً ، بينما تم تثبيت الكسر عند مريضين بواسطة إسفينين يخترقان غضروف النمو .
- من بين 19 مريضاً الذين تعرضوا للجراحة: مريض واحد أصيب بالتهاب العظم الميكروبي.
- أصيب 5 مرضى من مجموعتنا بتصلب الكاحل، مع الألم عند مريض واحد.
- لاحظنا في مجموعتنا أن التثبيت الداخلي للمشاشة ؛ و هو الأخطر من بين كل مضاعفات كسور ماك فارلاند ؛ حدث في حالة وحيدة : أي بمعدل وقوع 4%. لاحظنا ميلان نحو الداخل لمحور كاحل هذا الطفل .
- النتائج النهائية في أبعد ارتداد كانت جيدة إلى ممتازة عند 19 طفلاً، متوسطة عند ثلاث ، وسيئة عند طفل واحد.

BIBLIOGRAPHIE

1-M.-C. Maximin Giacomelli.

Maitrise orthopédique N° 142 - Mars 2005 Les fractures de la cheville chez l'enfant,

2-Karrholm J, Hansson L.I, Laurin S.

Pronation injuries of the ankle in children Acta orthop . scand, 1983, p 54-113

3-Mayrargue E, D. Fron, B. Herbaux.

Fracture de la cheville de l'enfant ; monographie de GEOP sauramps médical 2002, p 261-272.

4-Henri Bracq. M Chapuis. P Violas

Fractures du cou-de-pied de l'enfant ; 1997 Éditions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS pp 1-4.

5-Frank H. Netter, M.D

Atlas d'anatomie humaine, 3ème édition Section VII membre inférieur pp : 478-493.

6-Bouchet A, Cuilleret Y

Anatomie du membre inférieur. Os et articulation du cou-de-pied de l'enfant.

Volume 3, chapitre 12- 13- 14, pp : 1625-1653.

7-R. Putz, , R. Pabst

Atlas of human anatomy.Sobotta.Volume 2. Membre inférieur PP 302-337

8-Peterson CA, Peterson HA (1972)

_Analysis of the incidence of injuries to the epiphyseal growth plate. J Trauma 12:275-281

9- A. Afifi, S. Mezzine, Y. Teklali, F. Ettaybi, M. Benhammou

Les fractures de la cheville chez l'enfant a propos de 51 cas, Rev Maroc. Chir.

Orthop. Traumatol, 2004 ; 16-19.

10-Jean Marc Chevallier.

Anatomie appareil locomoteur2, édition 1998 ; chapitre 14 p 382-417.

11-Iove S.M., Ganey T., Ogden J.A.

Post natal epiphyseal development of the distal tibia and fibula

J. Ped orthop 1990, 10,p 298-305

12-O. Badelon

La traumatologie de la cheville de l'enfant ;Conférences d'enseignement de la

Sofcot ; orthopédie volume 4 1990 ; 38 97-114.PP 83-99

13- Ogden J.A., Mac Carthy S.M.

Radiology of postnatal skeletal development. VIII. Distal tibia and fibula. Skel. Radiol,

1983, 10, 209-220.

14- Mouchet.A.

Point d'ossification du sommet de la malléole tibiale. Bull. Mem. Soc. Chir. Ped.

1923, 49, 798.

15-Ogden J.A., Lee J.

Accessory ossification patterns and injuries of malléoli. J Ped.Orthop 1990, 10,

306-316.85

16-Powell H.D.W

Extracentre of ossification for the medial malleolus in children incidence and significance J. Bone Joint Surg, 1961, 43 B 107-113.

17-Poland J

Traumatic separation of epiphysis. London Smith and Endler 1898.

18-Leimbach G

Beitrage zur kenntnis der inkonstanten skeletelemente des tarsus

Arch. Orthop. traumat surg 1937, 38, 431-448.

19-Dimeglio A

La croissance en orthopédie, p.237.Montpellier, Sauramps Medical, 1987.

20- Rang. M

Traumatologie de l'enfant. pp: 320-334; Paris, Doin, 1984.

21- Karrholm J.Hansson L.I., Selvik G.

Changes in tibiofibular relationships due to growth disturbances after ankle fractures in children. J. Bone Joint Surg.1984, 66A, 1198-1210.

22- Cooperman D.R., Spiegel P.G., Laros G.S.

Fractures involving the ankle in children. The so-called triplane epiphyseal fracture.J. Bone Joint Surg, 1978, 60 A, 1040-1046.

23-DIAS L.S., Tachdjian M.O.

Physeal injuries of the ankle in children. Classification .Clin.Orthop. 1978, 136, 230-233.

24- LETTS R.M

The Hidden adolescent ankle fracture J. PED ORTHOP. 1982, 2, 161 -164

25-J.LEFORT

Traumatismes des cartilages de croissance diaphysaires (1983). p 101-114.

26-Archive du service de traumatologie orthopédie pédiatrique CHU Hassan II Fès.

(clichés radiographiques)

27- WWW. Chups.jussieu.fr/polys/histoP1/Poly Chp5.

Histologie : les tissus squelettiques, Chapitre 5, le tissu cartilagineux. CHU pitié salpêtrière.

28-www.atm2.fr/Cyto-histo/support20%de20%cours/Cytohisto-2006-2007

séance09_PPT

Cytohistologie 2006-07 Séance 9 le cartilage le tissu osseux.

29- J. Terrence Jose Jerome, MBBS, DNB, MNAMS, Mathew Varghese, M.S.

Balu Sankaran, FRCS, FAMS, K. Thirumagal, MD. (case report)

30-Karholm J.

The triplane fracture: four years of follow-up of 21 cases and revue literature. J Pediatr Orthop B. 1997 Apr.; 6 (2):91-102.

31-De Sanctis N, Della Dorte S , Pempinello C ,

Distal tibial and fibular epiphyseal fractures in children: prognostic criteria and long term results in 158 patients Jpediatr. Orthop. Part B 2000 , 9 , 40-44

32- el Arjoun L, Trafef M, Derfoufi M, Benabdenbi A.

Mac Farland's slipped epiphyses fractures (apropos of 24 cases)

Maroc Med. 1985 Mar;7(1):483-7.

33-V. Gleizes, Ch. Glorion, J. Langlais, Pouliquen JC.

Fractures de Mac-Farland Etude d'une série de 24 cas, revue de chirurgie orthopédique 2000 ; 86 373-380.

34- Chigot P.L., Thuilleux G.

Traitement des fractures décollements épiphysaires de la malléole interne dites de Mac Farland. Chirurgie, 1972, 98, 229-231

35- Tillaux P

Traité de chirurgie clinique. Tome 2, p. 842. Paris, Asselin et Houzeau 1848.

36- Karl-André Lalonde.;Merv Letts,

Traumatic growth arrest of the distal tibia:

a clinical and radiographic review(age moyen) Can J Surg, Vol. 48, No. 2, April 2005.

37- Jean-Luc Lerat,

Orthopédie Sémiologie et traumatologie de la cheville et du pied 2006

p7-11 ; 45-46. 62.

38- Marcin E. Domzalski, Glenn E. Lipton, Daniel Lee, James T. Guille.

Fractures of the Distal Tibial Metaphysis in Children. Patterns of Injury and Results of Treatment. J Pediatr Orthop. Volume 26, Number 2, March/April 2006

39-Feldman.DS ;Otsuka. NY ;Hedden. DM

Extraarticular triplane fracture of the distal tibial epiphysis.

Journal of pediatric orthopedics, 1995, vol : 15, N°4, pp: 479-48.

40-Mouterde P , Rigault P , Padovani JP

Les traumatisme du cartilage de conjugaison de l'extrémité inférieure du Tibia ; chir ped 1979 , 20 ; 115-123

41-Melchior.B, Badelon.O, Peraldi.P, Bensahel.H

Les fractures décollements épiphysaires de l'extrémité inférieure du tibia
Chirurg.Pediatr ; 1990 ,31,113-118

42-Ugur Gonç, Asim Ka Yaalp

Ankle fractures in children and adolescents.

Acta Orthop Traumatol Turc 2004; 38 Suppl 1: 127-137.

43-Mac Farland B

Traumatic arrest of epiphyseal growth of the lower end of the tibia. Br. J. surg, 1931, 19, 78-82.

44- Feldmen F, Singson RD., Rosenberg ZS, berdon WE, Amodio J.

Distal tibial triplane fractures. Diagnosis with CT. Radiology.1987, 164, 429-

45- M.Panuel, P. Petit, Devred P et Coll.

Traumatismes des cartilages de croissance. Place de la TDM et de l'IRM dans l'exploration du cartilage de croissance.SYMPOSIUM –SOFECOT 1998

46- Porat . S, Nyska M, Nyska A, Fields S.

Assessment of bony bridge by computed tomography: experimental model in the rabbit and clinical application. J. Pediatr orthop, 1987, 7, 155-160.

47- Jaramillo D, SHAPIRO F, Hoffer FA et Coll.

Posttraumatic growth plate abnormalities : MR imaging of bony bridge formation in rabbit. Radiology, 1990, 175, 767-773.

48- Wiolland M, Bonnerot V,

Diagnosis of partial and total physal arrest by bone single photon J Nucl Med 1993, 34, 1414-1415.

49- Camilleri JP, Leroux J, Bourelle S, Vanel

Mac Farland fractures: a retrospective study of 26 cases

Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2005 Oct;91(6):551-7.

50- Bensahel H., Hugunin PH

Les fractures de la cheville et du pied de l'enfant.

Anu chirurg., 1981, 35, n°2, 114-119.

51- Clavert J-M, Metaizeau J.P.

La traumatologie des membres chez l'enfant

Monographie du groupe d'étude en orthopédie pédiatrique.1990, p357-376.

52- R. Hamdy

Traitement palliatif des épiphysiodèses partielles post traumatiques Symposium-SOFCOT 1998, pp : 70-72.

53- Bassett et Morris JR:

The use of the Ilizarov technique in the correction of lower extremity deformities in children. Orthop, 1997, 20, 623-627.

54- Bell DF, Boyer MI, Armstrong PF:

The use of Ilizarov thecnique in the correction of limb deformities associated with skeletal dysplasia. J Pediatr Orthop, 1992, 12, 283-290.

55- Schlenzka D, Poussa M, Oesterman K

Technique metaphyseal distraction for lower limb lengthening and correction of axial deformities, J pediatr Orthop, 1990, 10, 202-205.

56- Kamegaya M, Shinohara Y, Shinada Y

Limb lengthening and correction of angulation deformity immediate correction by using unilateral fixator. J Pediatr Orthop, 1996, 16, 477-479.

57- Atiken A. P.

The End Results of the Fractured Distal Tibial Epiphysis. J. Bone and Joint Surg., 18: 685-691, July 1936.

58-Marmor L.:

An unusual fracture of the tibial epiphysis. Clin Orthop Relat Res 1970 Nov-Dec; 132-135

59-Salter R. Harris W. R.:

Injuries Involving the Epiphyseal Plate

60-Mark Schurz & Harald Binder & Patrick Platzer

Physeal injuries of the distal tibia: long-term results in 376 patients

61-L. Cutler, A. Molloy, V. Dhukuram, A.Bass

DoCT scan aid assessment of distal tibial Physeal fractures? *j.bone and joint surgery Br*

62-Cass J. , Hamlet A. Peterson, , Rochester,

S alter- Harris Type-IV Injuries of the Distal Tibial Epiphyseal Growth Plate, with Emphasis on Those Involving the Medial Malleolus ; *j.bone and joint surgery Br* 1983;65;1059-1070

63-Spiegel PG , Cooperman DR , Laros GS

Epiphyseal fractures of the distal ends of tibia and fibula . a retrospective study of 237 cases in children. *J.bone & joint surg*

64-Podezwa DA, Wilson PL , Holland AR

Comparison of biodegradable versus metallic implant fixation for Physeal and epiphyseal fractures of the distal tibia *J.pediatr.Orthop* 2008; 15; 1021

65-Bouyala JM, Rigault P ,

Les traumatismes du cartilage de conjugaison ; Symposium de la 51eme reunion de la SOFCOT n18 Paris 1978 *Rev Chir Orthop* 1979 , 65 , 257-286

66- Toupin JM. Lechevallier J.

Post-traumatic epiphysiodesis of the distal end of the tibia in children

Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur.
83(2):112-22, 1997.

67-Gill GG, Abott LO. :

Varus deformity of ankle following injury to distal epiphyseal cartilage of tibia in growing children. Surg Gynecol Obstet 1941;72:659-66.

68-J. Armenter Duran , Y. Lefèvre ,D. Ceroni , A. Kaelin

Vissage percutané des fractures de Mac Farland de l'enfant