



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
+052101+ | +015115+ A +0.0X0+
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2020

Thèse N°: 066/20

OTEOSUTURE APRÈS OSTÉOTOMIE DE GAUTHIER DANS LE TRAITEMENT DE LA MALADIE DE FREIBERG (à propos de 14 cas)

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 12/03/2020

PAR

M. LABIAD ANOUAR

Né le 17 Mai 1989 à Taza

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Maladie de Freiberg- Ostéotomie dorsale intra articulaire - Ostéosuture

JURY

M. AMHAJJI LARBI	PRÉSIDENT
Professeur de Traumatologie-orthopédie	
M. ZEJJARI HASSANE	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie	
M. ATOINI FOUAD	JUGES
Professeur agrégé de Chirurgie thoracique	
M. BOULAHROUD OMAR	
Professeur agrégé de neurochirurgie	
M. CHERRAD TAOUFIK	MEMBRE ASSOCIE
Professeur assistant de Traumatologie-orthopédie	

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
MATERIEL ET METHODES	9
I. Matériel.....	10
II. Méthodes	10
RESULTATS ET ANALYSES	15
I. Etudes épidémiologiques	16
1. Répartition selon l'âge.....	16
2. Répartition selon le sexe	17
3. Le côté atteint	18
4. Morphotype.....	18
II. ETUDE CLINIQUE :.....	19
III. ETUDE RADIOLOGIQUE.....	20
1. Radio standard	20
2. Scanner	23
IV. TRAITEMENT	24
V. RESULTATS	28
1. Le recul	28
2. Résultat clinique.....	28
3. Résultat radiologique	30
VI. les complications	32
1. les complications précoces	32
2. les complications tardives	32
DISCUSSION	33
I. RAPPEL EMBRYOLOGIQUE.....	34
II. RAPPEL ANATOMIQUE.....	35
1. Anatomie structurale descriptive : Schémas II et III.....	35
2. Vascularisation–innervation	40

III. ANATOMIE–PATHOLOGIQUE.....	41
1. Etude macroscopique	41
2. Etude histologique	43
IV. PHYSIOPATOLOGIE	44
1. Traumatisme	44
2. Facteur vasculaire (déficiency vasculaire)	45
DIAGNOSTIC ET TRAITEMENT	47
I. CLINIQUE	48
1. Le début.....	48
2. La phase d'état.....	49
3. L'arthrose métatarso–phalangienne	50
4. L'évolution	51
II. RADIOLOGIE	52
1. Radiographies standards	52
1.1. Les incidences : Schéma IV	52
1.1.1. Le cliché de face	53
1.1.2. Le cliché du profil en charge : Schéma V	53
1.2. Stades et classifications	54
2. Autres moyens d'imagerie	58
2.1. Apport de la scintigraphie.....	58
2.1.1. Technique	58
2.1.2. Résultats	59
2.2. L'IRM	59
2.3. Le scanner.....	60
III. DIAGNOSTIC.....	60
1. Diagnostic positif	60
2. Diagnostic différentiel	61

2.1. Les atteints extra-articulaires	61
2.1.1. Fracture de fatigue ou maladie de DEUTSCHLANDER.....	61
2.1.2. Névrome de MORTON	63
2.1.3. Métatarsalgie de la nécrose aseptique des sésamoïdes du premier orteil (maladie de Renander)	63
2.1.4. Le syndrome douloureux aigu du deuxième espace inter métatarsien 64	
2.2. Les atteintes articulaires	64
2.3. Causes rares de métatarsalgies isolées	65
2.4. Variante anatomique normale	65
IV. TRAITEMENT	66
1. Traitement médical	66
2. Traitement Orthopédique	66
3. Traitement chirurgical	67
3.1. Thérapeutiques visant à une résection large.....	67
3.1.1. L'opération de Machacek.....	67
3.1.2. Résection capitale ou capito-phalangienne	68
3.2. Thérapeutiques conservatrices.....	68
3.2.1. L'opération de KOUJTZNY	68
3.2.2. La résection jugale de BRANDES	68
3.2.3. Le forage de BECK.....	68
3.2.4. La technique de GUNTZ	69
3.2.5. La résection économique de la tête métatarsienne ou intervention de TAVERNIER	69
3.2.6. Les ostéotomies métatarsiennes	69
3.2.7. Les remplacements par greffon osseux	69
3.2.8. Intervention de KEHR ou autoplastie tendineuse	70

3.2.9. L'intervention de SMILLIE: Curetage – bourrage	70
3.2.10. L'intervention de GAUTHIER ou ostéotomie de flexion dorsale	70
3.2.11. Les implants	71
3.2.12. Ostéotomie de raccourcissement: intervention de SMITH 1991	71
3.2.13. Core decompression de T.PARKAR VAIL	72
3.2.14. Traitement arthroscopique.....	72
3.2.15. L'arthroplastie de Hazem MOSSAD ELTAYEBY: décrite en 1998	72
4. Les indications	73
V. Résultats.....	75
VI. Complications	82
CONCLUSION	84
RESUMES.....	87
BIBLIOGRAPHIE.....	91

INTRODUCTION

La maladie de FREIBERG est une maladie du pied connue depuis 1914, elle rentre dans le cadre des métatarsalgies, encore appelée deuxième maladie de Köhler, elle correspond à une ostéonécrose aseptique d'une tête métatarsienne.

L'ostéonécrose touche essentiellement la tête du 2ème métatarsien, mais on sait à présent que le même type d'atteinte peut se voir au niveau d'autres têtes métatarsiennes en particulier celle du 3ème métatarsien. La tête du 1er, 4ème et 5ème métatarsien est très rarement atteinte.

C'est une affection qui atteint avec prédilection la femme et débute pendant l'adolescence, elle présente les caractères radiologiques et anatomiques d'une nécrose osseuse limitée, évoluant spontanément vers la séquestration du fragment nécrosé, et la détérioration de l'articulation métatarso-phalangienne aboutissant à l'arthrose secondaire de cette articulation.

Sa physiopathologie reste encore sujette à discussion, deux grands groupes de théories s'opposent: certains auteurs sont partisans de l'origine traumatique des lésions alors que d'autres y ont vu un déterminisme vasculaire. Cependant, certaines conditions particulières à la biomécanique du pied nous font plutôt pencher vers l'origine microtraumatique des lésions.

Le problème essentiel reste le choix thérapeutique visant surtout à garder au pied son arche antérieure d'appui sur les têtes des métatarses, et conserver le déroulement du pas.

Le but de notre travail est d'exposer notre expérience en nous attachant plus particulièrement à évaluer les résultats cliniques et radiologiques de l'ostéotomie cunéiforme dorsale de flexion type Gauthier en utilisant une fixation par ostéosuture dans le traitement de la maladie de Freiberg et de proposer un schéma thérapeutique.

En basant sur la comparaison entre la littérature et l'expérience du service de traumatologie orthopédie de l'Hôpital militaire Moulay Ismail Meknès à propos de 14 cas colligés dans le service au cours d'une période de 3 ans allant de 2016 au 2018

MATERIEL ET METHODES

I. Matériel

Nous présentons, dans ce travail, quatorze cas de la maladie de FREIBERG, colligés et traités dans le service d'orthopédie traumatologie à l'Hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès. Cette étude s'est étalée sur une durée de 3 ans de 2016 à 2018.

Les objectifs de cette étude sont :

- Analyse des données cliniques et radiologiques de la maladie de Freiberg.
- Décrire l'ostéotomie intra-articulaire de Gauthier dans le traitement de la maladie de Freiberg.
- Evaluer les résultats radiologiques et fonctionnels de cette technique chirurgicale.

II. Méthodes

Pour la réalisation de ce travail, nous avons établi une fiche exploitation (page suivante) qui a étudié dans la première partie les données anamnestiques du malade : l'âge, le sexe, antécédents médicaux et chirurgicaux, antécédent de traumatisme du pied.

Dans la deuxième partie on a étudié les données de l'examen radio-clinique et les modalités thérapeutiques.

Dans la dernière partie on a étudié fonction des résultats anatomiques, fonctionnels et des complications.

Fiche d'exploitation :

IDENTITE :

Nom :

Prénom :

Age :

Sexe :

Antécédents :

Antécédent de traumatisme du pied

Diabète

HTA. Corticothérapie. Cardiopathie. Tuberculose. Autres.

Etudes Cliniques :

Les signes fonctionnels : la douleur à la marche, limitation d'activité

Le côté atteint

Métatarsien atteint

L'examen clinique : Le type du pied, douleur à la palpation de l'articulation métatarso-phalangienne, tuméfaction articulaire en regard, déformations anatomiques la mobilité de l'articulation metatarso-phalangienne

ETUDE RADIOLOGIQUE:

1. Radio standard

Cliche de face

Cliche de profil

Cliche $\frac{3}{4}$

Pour classer ces lésions, nous avons adopté la classification de SMILLIE : (I, II, III, IV, V)

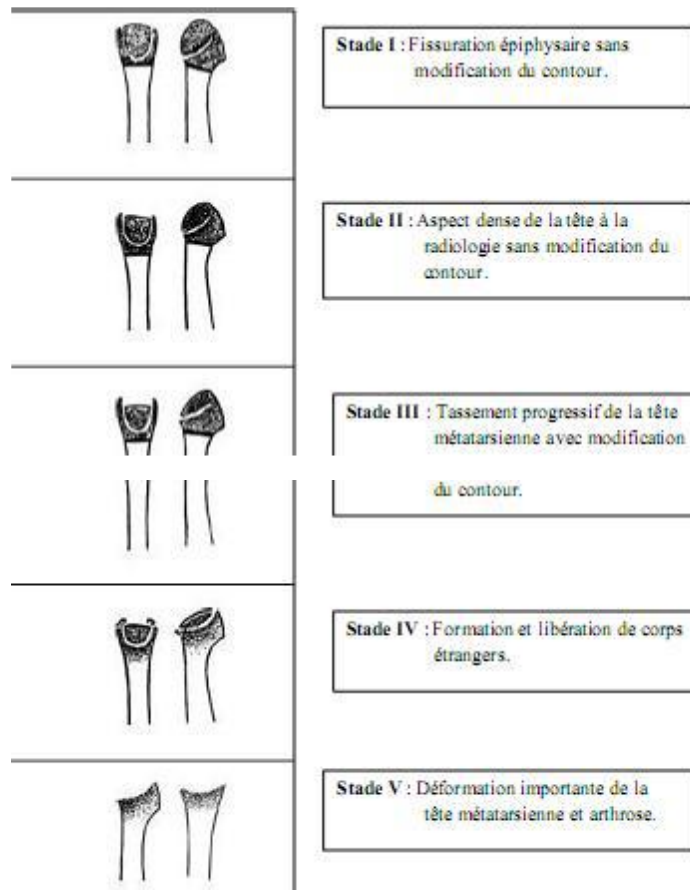


Schéma I : Classification de Smillie [57]

2. AUTRES : TDM, IRM, SCINTIGRAPHIE

Traitement :

- Médical
- Orthopédique
- Chirurgical
- Technique opératoire

➤ RESULTATS :

Clinique :

Nous avons adopté la cotation établie par The American Orthopédique Foot and Ankle Society (AOFAS) qui tient compte de trois critères : la douleur, la fonction et l'alignement.

Le score de L.A.O.F.A.S est considéré comme : (fiche suivante)

- ❖ Très bon de 80 à 100
- ❖ Bon de 60 à 79
- ❖ Moyen de 32 à 59
- ❖ Passable de 26 à 31
- ❖ Mauvais de 0 à 25

The American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS)

Douleur : (40 points)

Aucune douleur-----	40
Légère, occasionnelle-----	30
Moyenne, quotidienne-----	20
Vive, presque toujours présente -----	10

Fonction : (45 points)

Limitation de l'activité

- Aucune -----	10
- Pas de limitation des activités quotidiennes comme le travail -----	7
- limitation des activités quotidiennes et des loisirs-----	4
- limitation sévère activités quotidiennes et des loisirs-----	0

Exigence de chaussures

- à la mode, chaussures classiques ne nécessitant pas d'orthèse interne -----	10
- chaussures de confort, orthèse interne de chaussures -----	5
-chaussures modifiées ou à armature (orthopédique) -----	0

Mouvement de l'articulation metatarso -phalangienne

- normale ou limitation légère (75° ou plus) -----	10
- limitation moyenne (30-74°) -----	5

- limitation sévère (moins de 30°) -----	0
Mouvement de l'articulation intrer-phalangienne	
- pas de limitation-----	5
- limitation sévère (moins de 30°) -----	0
Stabilité métatarso-phalangiennes et interphalangiennes (toutes les directions)	
- stable -----	5
- instable-----	0
Cal lie à l'hallux metatarso-phalangienne ou inter-phalangien	
- pas de cal ou cal asymptotique -----	5
- cal symptomatique-----	0
Alignement : (15 points)	
- Bon -----	15
-Assez bon, quelques degrés de désalignement observés, pas de symptômes-----	8
- Médiocre, mauvais alignement symptomatique évident-----	0

Radiologique :

Des radiologies standards de face en charge, de profil strict et de $\frac{3}{4}$ ont été réalisées, avec pour objectif d'analyser la sphéricité et d'étudier l'interligne ainsi que le raccourcissement.

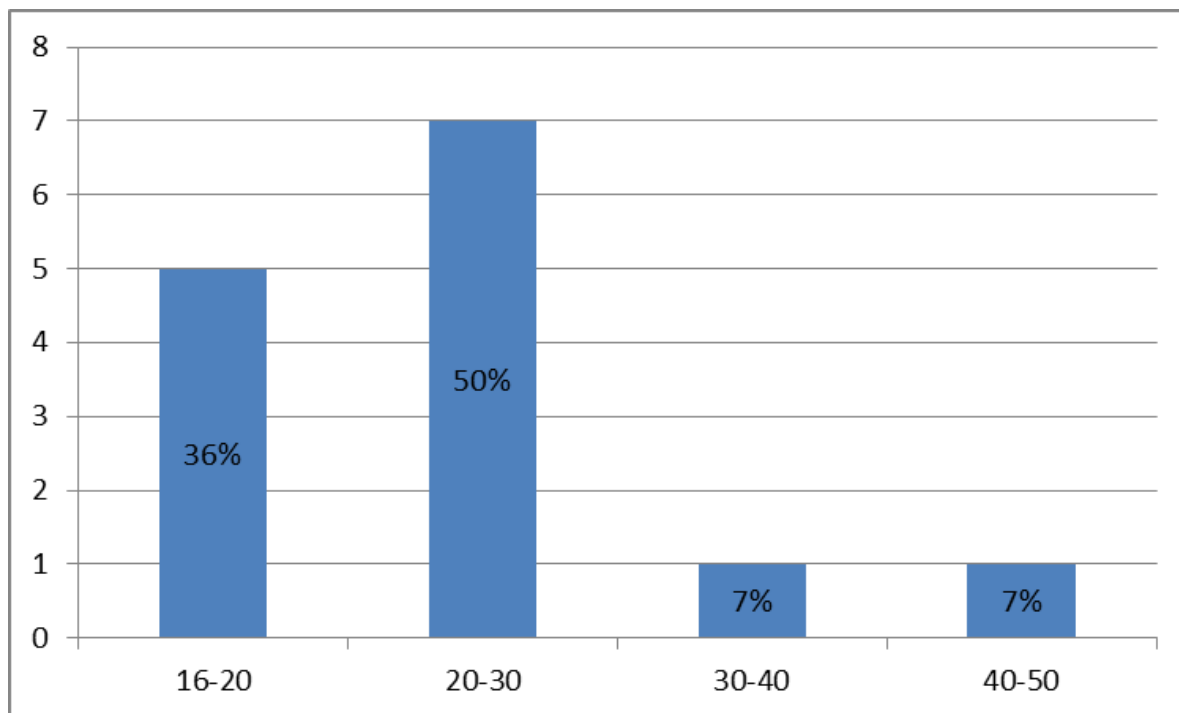
COMPLICATIONS :***Précoces :****Infection**Nécrose de la tête métatarsienne****Tardives :****Pseudarthrose**Douleurs*

RESULTATS ET ANALYSES

I. Etudes épidémiologiques :

1. Répartition selon l'âge

L'âge moyen de nos patients est de 24 ans, avec des extrêmes variant entre 16 et 50 ans.



Graphique numéro 1 : répartition selon l'âge

2. Répartition selon le sexe

Notre série de 14 patients se compose de :

- 11 femmes soit 79%
- 03 hommes soit 21%

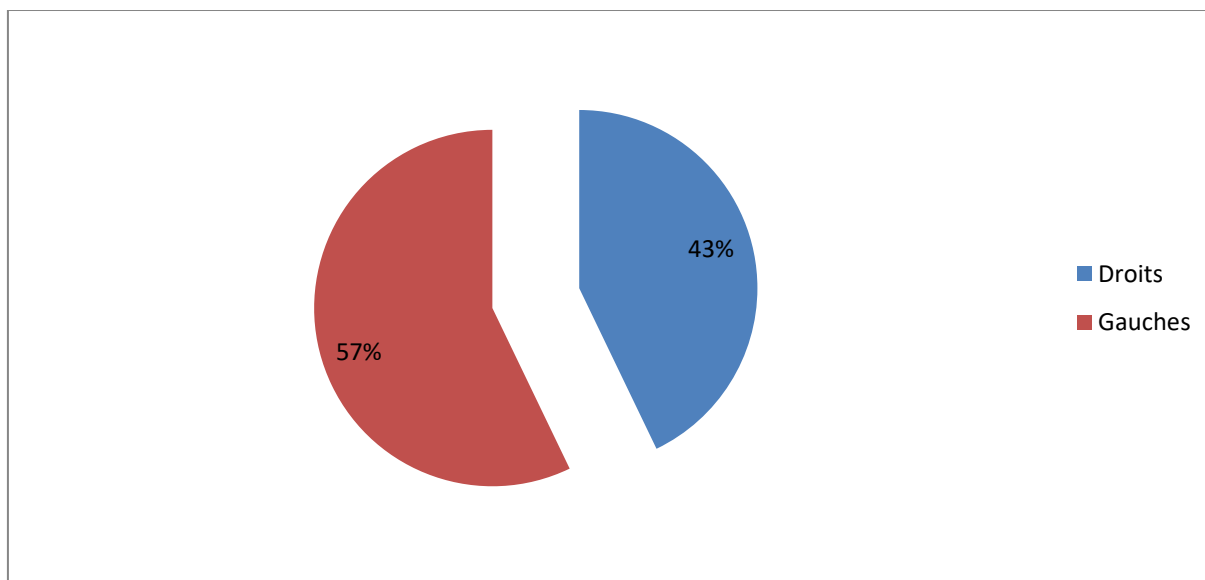
Avec un sexe- ratio : homme /femme de 0.27



Graphique numéro 02 : répartition selon le sexe

3. Le côté atteint

- Pieds droits, 06 soit 43%
- Pieds gauches. 08 soit 57%



Graphique numéro 03 : répartition selon le côté atteint

4. Morphotype

- 10 pieds égyptiens
- 04 pieds carrés
- On note dans 04 cas : hallux valgus débutant

II. ETUDE CLINIQUE :

Dans notre série la douleur était le motif principal de consultation pour tous les malades, c'est une douleur de type mécanique s'exacerbant lors du passage du pas et localise de façon précise a l'articulation metatarso-phalangienne

La limitation de l'activité était marquée chez tous nos malades variait de la simple gêne au chaussage à l'esquive du pas avec marche sur le bord externe du pied.

L'examen clinique a permis de retrouver :

- A la palpation une tuméfaction en regard de la face dorsale du métatarsien atteint chez 08 cas soit 57%.
- Une douleur à la pression de la tête métatarsienne sur sa face dorsale chez tous les cas soit 100%.
- La mobilité de l'articulation est limitée chez 10 patient 71%.

Tableau 1 : les signes fonctionnels et le résultat de l'examen clinique dans notre série

Symptômes et résultats de l'examen clinique	Nombre de cas	Pourcentage
Douleur	14	100%.
Limitation d'activité	14	100%.
Tuméfaction en regard de l'articulation métatarso-phalangienne	08	57%.
Douleur à la pression de la tête métatarsienne	14	100%.
Limitation articulaire	10	71%.

III.

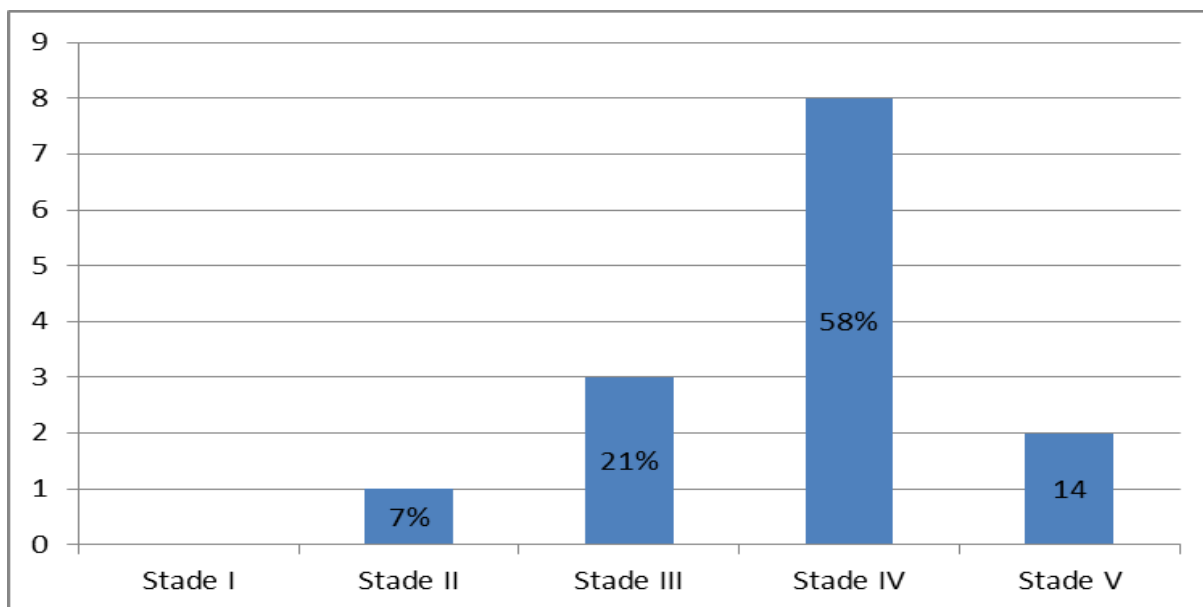
IV. ETUDE RADIOLOGIQUE

1. Radio standard

Tous nos patients ont bénéficié d'un bilan radiologique standard, analysé selon la classification de Smillie et Axhauser.

Les radiographies du pied de face, profil et les trois quarts nous ont permis d'abord de reconnaître le siège de l'ostéochondrite

- 04 cas: 3eme métatarsien était concerné ;
- Dans 10 cas, c'était le 2eme.
- Selon la classification radiologique de Smillie:
 - ✓ Stade II : 01 cas.
 - ✓ Stade III : 03 cas.
 - ✓ Stade IV : 08 cas.
 - ✓ Stade V : 02



Graphique n°4: répartition selon classification radiologique de SMILLIE



Figure 1 : Radiographie du pied face montrant la maladie de FREIBERG du M2

Stade 4 chez un jeune de 17 ans

(Service orthopédie traumatologie hôpital Moulay Ismail de Meknès)



**Figure 2 : Radiographie du pied face montrant la maladie de FREIBERG du M3
stade 3 chez un jeune de 25 ans**

(Service orthopédie traumatologie hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès)

2. Scanner

Dans notre série un patient a bénéficié d'un scanner du pied qui a objective un pincement multifocal de l'interligne articulaire M2 Avec irrégularité de l'os sous chondral des images géodiques et réaction ostéophytique intéressante la tête du deuxième métatarsien qui est hypertrophiée



Figure3 : Radiographie du pied de face et une coupe scénographique montrant la maladie de FREIBERG du M2 stade 5 chez une patiente de 22 ans (Service d'orthopédie traumatologie de l'hôpital Moulay Ismail de Meknès)

V. TRAITEMENT

Les 14 malades opérés de notre série ont tous bénéficiés d'une ostéotomie de flexion dorsale avec fixation par osteosuture

La technique chirurgicale :

- Ostéotomie cunéiforme dorsale intra-articulaire métatarsienne avec fixation par ostésuture :
- Le patient est installé en décubitus dorsal et bénéficie d'une anesthésie locorégionale ou générale.
- Un garrot pneumatique est mis en place au niveau de la racine du membre inférieur
- L'incision est longitudinale centrée sur l'articulation métatarsophalagienne atteinte.
- Après une arthrotomie, on réalise une synovectomie associée à une ablation de corps étranger intra articulaire et d'ostéophytes puis un lavage articulaire
- L'ostéotomie cunéiforme dorsale est alors réalisée par résection de l'intégralité de la zone nécrotique de la tête à la scie oscillante en conservant une charnière plantaire (fig. 4A)
- Cette ostéotomie est suivie d'une bascule dorsale du cartilage plantaire sain.
- On perce quatre tunnels (deux proximaux et deux distaux) de 2mm, divergents allant du canal médullaire vers la corticale latérale (fig. 4B, 4C)
- La dernière étape de cette technique est une fixation de la fermeture de l'ostéotomie par une ostésuture à l'aide d'un fil résorbable de diamètre (USP) 1 PDS II® (laboratoire ETHICON , San Lorenzo,Puertp Rico) en effectuant des points en X à travers les quatre tunnels avec un nœud extra articulaire (fig. 4D)

- Et puis une fermeture capsulaire et cutanée est assurée
- En post opératoire, appui doit être protégé par une chaussure à décharge de l'avant pied pour une durée de 4 semaines. La rééducation et l'appui total sont ensuite débutés.
- L'analyse statistique était effectuée en utilisant le logiciel Epi info™ 7 .la comparaison des données quantitatives entre groupes (pré- et postopératoires)



A

B



C

D

Figure 4 : A : photo per opératoire montrant l'aspect de l'ostéotomie cunéiforme dorsale intra-articulaire.

B, C : perçage des tunnels intra osseux par une broche au niveau proximal et distal.

D : aspect de la tête métatarsienne après fixation de l'ostéotomie par ostéosuture en

X.

(Service d'orthopédie traumatologie hôpital militaire Moulay Ismail Meknès)



Figure 5 : A : radiographie préopératoire : un homme âgé de 45 ans qui présente une maladie de Freiberg au niveau du 3^{ème} métatarse stade III de Smillie;

B : radiographie postopératoire immédiat : établissement de la sphéricité de la tête métatarsienne associée à un raccourcissement métatarsien

(Service d'orthopédie traumatologie hôpital militaire Moulay Ismail Meknès)

VI. RESULTATS :

1. Le recul

Le recul moyen de revue des patients était de 22.5 mois (12–38 mois)

2. 2. Résultat clinique

L'évaluation pré opératoire de nos patients a été effectuée par le score de « The American Orthopédic Foot and Ankle Society (AOFAS) », qui tient compte de trois critères : la douleur, la fonction et l'alignement.

Ainsi, chez huit patients le score en préopératoire a été moyen, et bon chez six autres patients.

Après l'ostéotomie intra articulaire de Gauthier, tous nos malades ont été améliorés, ils avaient des pieds indolores et ils ont pu reprendre leurs sports de loisir qu'ils pratiquaient avant la maladie ; la limitation de la mobilité de l'articulation métatarso-phalangienne en flexion a été de 12.4° (0 à 22) et en extension a été de 7.3° (0 à 12°).

L'évaluation des malades en postopératoire par le score de AOFAS a objectivé 100% de bons et excellents résultats.

Tableau 2 : score d'AOSAF dans notre série

patients	Classification SMILLIE	Score AOSAF préopératoire	Score AOSAF postopératoire
1	II	78	95
2	III	67	95
3	III	75	93
4	III	59	85
5	IV	62	90
6	IV	65	95
7	IV	52	85
8	IV	55	80
9	IV	47	65
10	IV	67	95
11	IV	45	85
12	IV	59	95
13	V	52	80
14	V	50	90

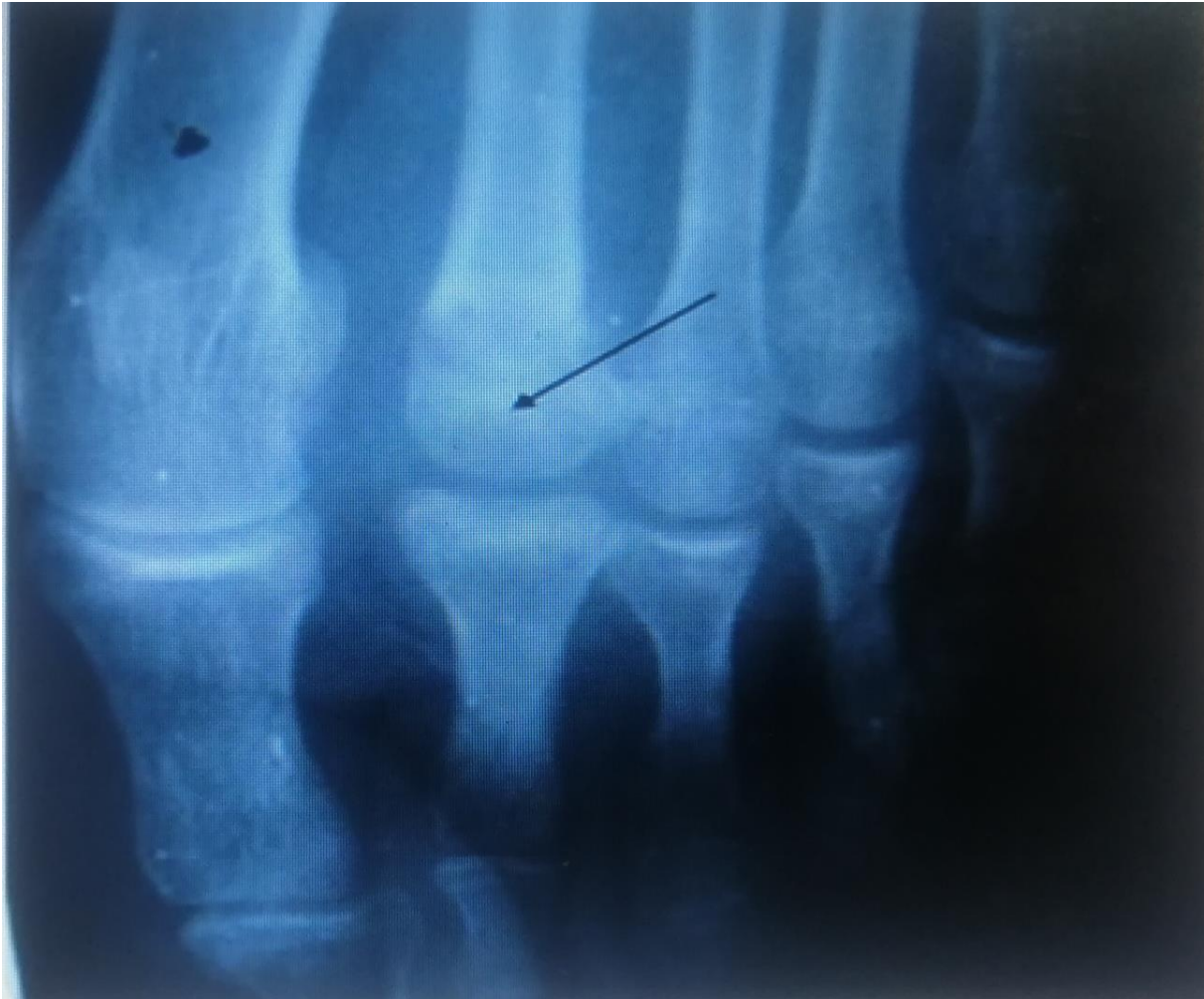
Score d'AOFAS moyen préopératoire : 59.5

Score d'AOFAS moyen post opératoire : 87.7

3. Résultat radiologique :

Après ostéotomie de Gauthier, des radiologies standards de face en charge, de profil strict et de $\frac{3}{4}$ ont été réalisées pour tous nos malades afin d'évaluer : la sphéricité de la tête, l'interligne articulaire, et le raccourcissement métatarsien

L'établissement de la sphéricité et la consolidation ont été très satisfaisants



**Fig6 : Radiographie du pied face montrant le résultat radiologique après
Ostéotomie de Gauthier**

(Service orthopédie traumatologie à l'Hôpital militaire Moulay Ismail Meknès)



**Fig7 : Radiographie du pied face montrant le résultat radiologique après
Ostéotomie de Gauthier**

(Service orthopédie traumatologie à l'Hôpital militaire Moulay Ismail Meknès)

VII. Les complications

1. Les complications précoces :

Aucune complication type d'infection, hématome postopératoire ou de nécrose de la tête métatarsienne n'a été détecté dans notre série

2. Les complications tardives :

Aucun cas de pseudarthrose n'a été détecté dans notre série

DISCUSSION

I. RAPPEL EMBRYOLOGIQUE

Le développement embryonnaire commence autour du 20^{ème} jour par l'apparition de la crête de WOLFF, longitudinale sur les flancs de l'embryon.

Au 30^{ème} jour, cette crête est estompée sur presque toute son étendue, sauf en deux bourgeons : crânial et caudal qui constituent les ébauches des membres.

A leur niveau, le mésoblaste de la crête de WOLFF induit un épaissement de l'épiblaste en regard qui forme la calotte épiblastique plus épaisse sur la face ventrale que sur la face dorsale. Par la suite, à son tour, la calotte épiblastique va induire la différenciation par étapes du mésoblaste sous-jacent. L'apparition précoce, au 35^{ème} jour de l'artère principale de l'ébauche joue sûrement un rôle dans l'édification des segments distaux du membre.

Au 40^{ème} jour, le mésoblaste de l'ébauche se condense en une maquette pré cartilagineuse, et au 45^{ème} jour tout ce squelette est en place et reconnaissable.

Au 50^{ème} jour débute la chondrification et au 60^{ème} jour apparaissent les différentes fentes articulaires.

Ce n'est qu'au 75^{ème} jour qu'apparaissent les premiers centres d'ossification. Les quatre derniers métatarsiens possèdent un point primitif pour le corps et l'extrémité postérieure, et un point complémentaire pour l'extrémité antérieure. Le premier métatarsien provient de deux points d'ossification : un primitif pour le corps et l'extrémité antérieure, et un complémentaire pour l'extrémité postérieure [16].

La croissance en longueur est d'abord très rapide, ce qui permet de distinguer chez l'embryon des pieds parfaitement constitués, alors qu'il n'a pas ses reins définitifs ou son canal anal.

Par la suite, le pied n'évoluera plus que très lentement pour continuer à se modeler après la naissance jusqu'à la marche.

La croissance en largeur montre que la divergence initialement accentuée de l'hallux va diminuer pour disparaître presque complètement dans la position définitive.

La croissance en hauteur montre, elle, que la voûte est déjà reconnaissable chez le fœtus, mais ne s'établit vraiment qu'à la marche [17].

II. RAPPEL ANATOMIQUE

1. Anatomie structurale descriptive : Schémas II et III

Le pied se compose comme la main, de trois groupes osseux qui sont: le tarse, le métatarse et les phalanges. Il s'agit d'une véritable chaîne articulaire plurisegmentaire [18].

1.1. Le tarse

Le tarse est un massif osseux qui occupe la moitié postérieure du pied. Il est formé par sept os courts, disposés sur deux rangées ; la rangée postérieure est constituée par l'astragale et le calcanéum qui sont superposés. La rangée antérieure comprend cinq os : le cuboïde, le scaphoïde et les trois cunéiformes qui sont au contraire juxtaposés.

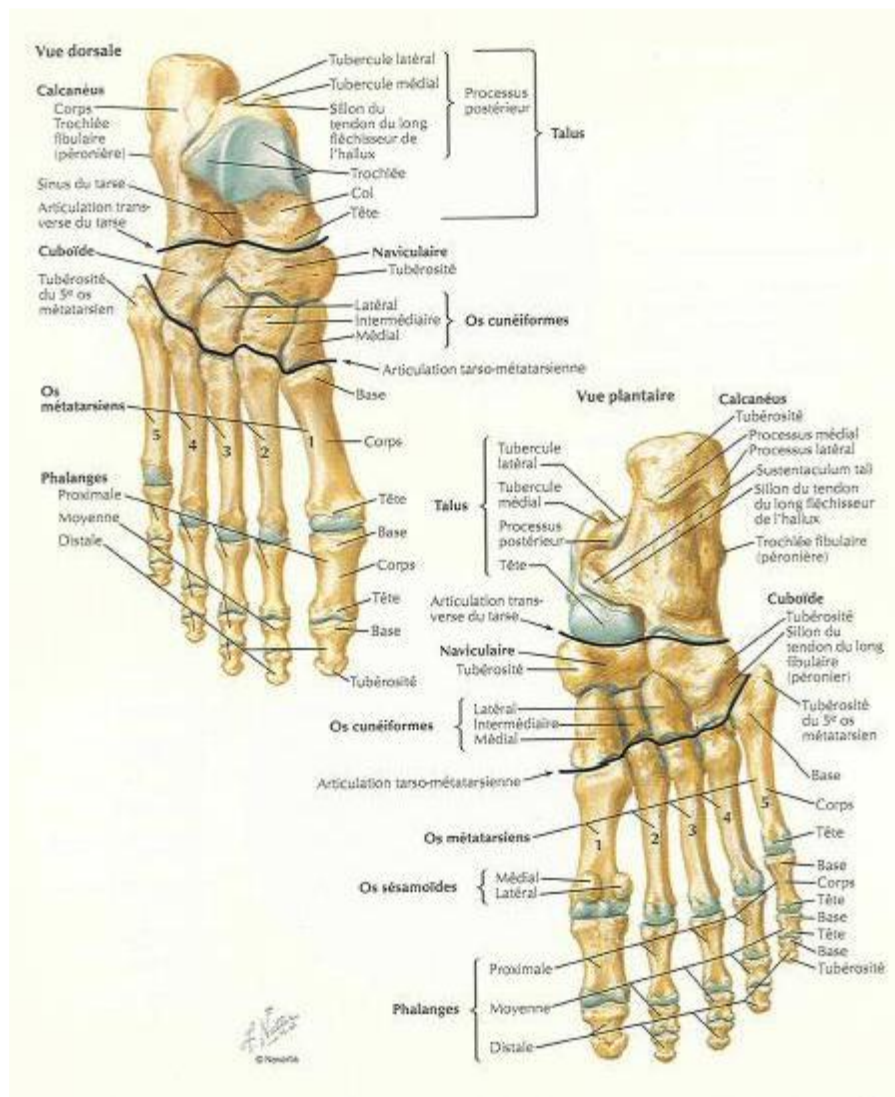


Schéma II : Os du pied : vue dorsale et vue plantaire. [19]

Les sept os du tarse sont assemblés de manière à former une voûte concave en bas sur laquelle repose tout le poids du corps.

1.2. Le métatarse

L'étude anatomique de l'avant-pied montre qu'à côté des caractères communs à tous les métatarsiens, il existe un caractère particulier au deuxième métatarsien.

a. Caractères communs aux métatarsiens

Le métatarse est composé de cinq os longs qui s'articulent en arrière avec les os de la deuxième rangée du tarse, et en avant avec les premières phalanges des orteils.

Ce sont des os longs à corps prismatique triangulaire, présentant une face dorsale étroite plus large en arrière qu'en avant, deux facettes latérales limitant l'espace inter métatarsien, deux bords latéraux dorsaux, interne et externe, un bord plantaire courbe à concavité inférieure. Les métatarsiens donnent attache aux muscles interosseux

L'extrémité postérieure ou base est un coin à base supérieure et à arête plantaire. Sa face postérieure est articulaire en rapport avec les os du tarse, et ses faces latérales sont articulées avec les métatarsiens voisins par des facettes qui occupent la partie postéro-supérieure de ces faces.

L'extrémité antérieure ou tête est aplatie transversalement. Elle se termine par une surface articulaire convexe plus étendue du côté plantaire que du côté dorsal.

La surface articulaire est bordée en haut par un sillon rugueux qui présente à sa partie postérieure un tubercule où s'attache le ligament latéral de l'articulation.

b. Caractères particuliers au deuxième métatarsien

Le deuxième métatarsien est le plus long de tous. La face postérieure de sa base s'articule par une facette triangulaire concave avec le deuxième cunéiforme.

Sur la face latérale interne de la base se trouve les deux surfaces articulaires : l'une pour le 1^{er} cunéiforme, l'autre pour le 1^{er} métatarsien. La face latérale externe

de la base présente une surface articulaire pour le 2eme cunéiforme et deux facettes antérieures répondant au troisième métatarsien.

c. Données architecturales

Chaque métatarsien présente un corps formé d'une gaine épaisse de tissu compact qui entoure un canal médullaire. Les extrémités sont constituées de tissu spongieux entouré de tissu compact.

1.3. Les phalanges

Le squelette des orteils du pied est formé par trois osselets articulés, sauf le premier orteil qui n'en comporte que deux.

1.4. Os sésamoïdes du pied

Ces os siègent toujours sur la face plantaire. Deux sont constants, ils sont placés sur la face inférieure de la première articulation métatarso-phalangienne [20].

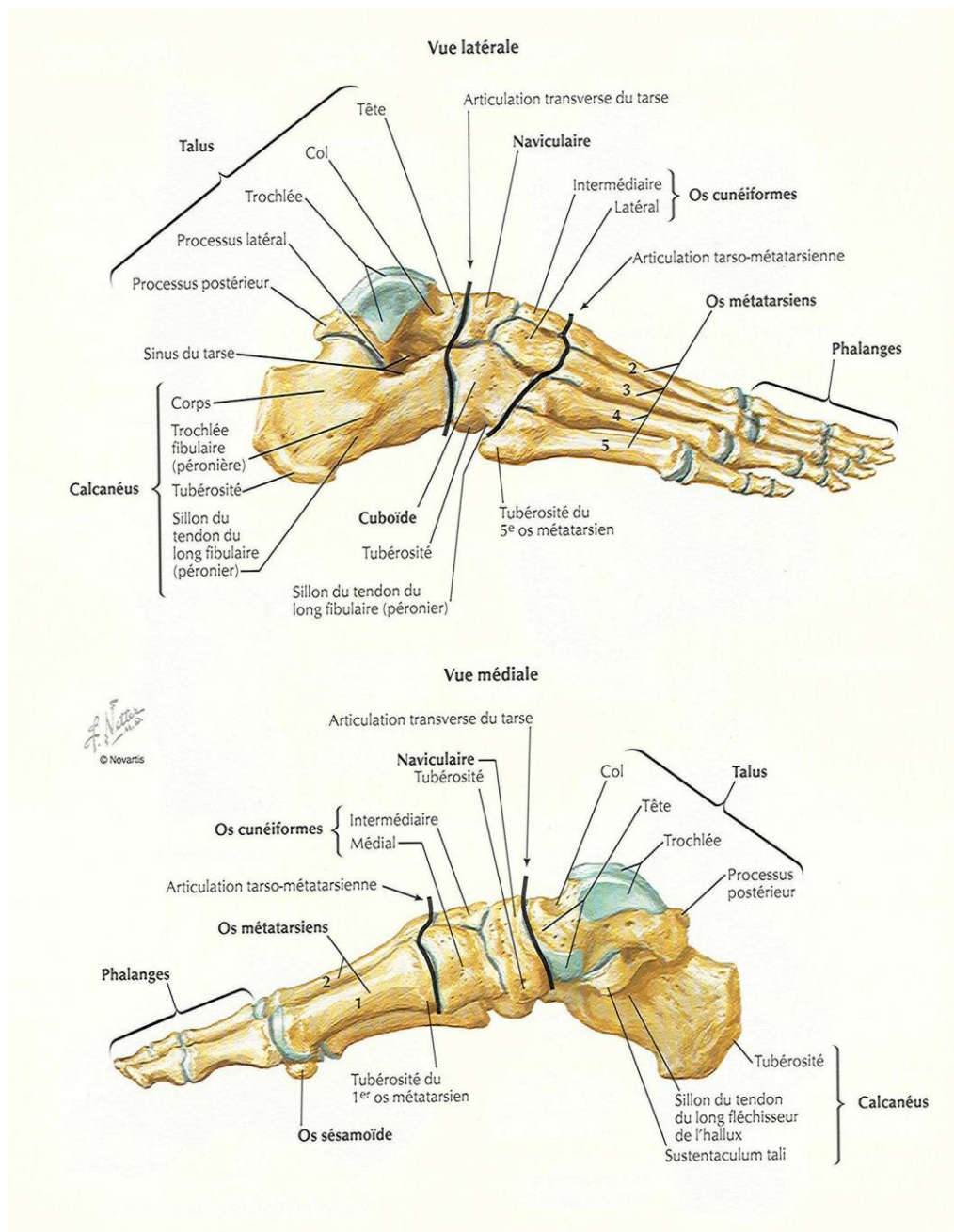


Schéma III : Os du pied : vue latérale et médiale [19].

2. Vascularisation–innervation

Au niveau du pied, toutes les artères de la région participent à la vascularisation des articulations.

Les articulations de l'arrière-pied sont tributaires des artères tibiales postérieure, pédieuse et péronière postérieure.

Les articulations du moyen-pied et de l'avant-pied sont vascularisées par des branches de l'artère pédieuse pour la partie dorsale et des artères plantaires et leurs arcades pour la région plantaire.

La vie du tissu osseux est orientée autour des vaisseaux. On distingue trois réseaux : artère nourricière, artères périostales diaphysaires et artères épiphysaires.

- L'artère nourricière: parcourt le trou nourricier de l'os, arrive à la moelle et se divise en deux branches:
 - L'une ascendante vers l'extrémité supérieure de l'os.
 - L'autre descendante vers l'extrémité inférieure, l'artère nourricière se termine en un riche réseau médullaire et irrigue le tiers interne de la corticale.
- Les artères périostales diaphysaires: forment un réseau sous périoste et irriguent les 2/3 externes de la cortical.
- Les artères épiphysaires: naissent du périoste ou des artères voisines et s'épuisent dans l'épiphyse.

Ces trois réseaux sont étroitement anastomosés chez l'adulte. Chez l'enfant, le cartilage de conjugaison sépare le réseau épiphysaire du réseau de l'artère nourricière.

Le sang veineux est collecté dans un large sinus veineux qui occupe toute la hauteur de la cavité médullaire. A partir de là, la presque totalité des veines se dirigent vers les épiphyses et débouchent en dehors par des orifices nombreux et larges.

Quelques veinules accompagnent l'artère nourricière.

L'innervation de l'arrière pied est assurée par les rameaux des nerfs tibiaux antérieur et postérieur, celle du moyen et de l'avant pied provient des rameaux dorsaux du nerf tibial antérieur et des rameaux plantaires des nerfs plantaires.

Les nerfs accompagnent l'artère nourricière et se distribuent à la moelle. D'autres naissent du périoste épiphysaire ou diaphysaire et en suivant les vaisseaux, se distribuent à la spongieuse et à la corticale de l'os [20].

III. ANATOMIE-PATHOLOGIQUE

L'ostéonécrose aseptique de la tête métatarsienne a fait l'objet d'études anatomo-pathologiques approfondies que l'on doit surtout à AXHAUSEN.

1. Etude macroscopique :

La tête métatarsienne apparaît plus ou moins déformée selon le stade dès l'ouverture de la capsule. (De même pour la base de la première phalange).

- Aux stades de début, le cartilage articulaire reste longtemps intact mais dépressible en regard de la zone atteinte de nécrose.
- Le cartilage présente des fissurations pour se décoller ensuite de l'os.
- Aux stades ultimes : le cartilage articulaire disparaît totalement, et la tête métatarsienne ainsi que la 1^{ère} phalange présentent des ostéophytes.
- L'articulation peut contenir un certain nombre de corps étrangers libres [21].



Fig.8 : Vue dorsale du 2eme métatarsien normal (à gauche) et pathologique (à droite). On note la destruction de l'aspect dorsal de la tête [22].

2. Etude histologique

Au début de la maladie, il existe une nécrose totale de l'épiphyse dans la région sous-chondrale. Cette nécrose affecte la moelle osseuse et le tissu spongieux mais respecte le cartilage de la tête, l'os métaphysaire et le cartilage de Conjugaison.

Très vite, un processus de régénération osseuse s'annonce à l'angle du cartilage articulaire et du cartilage jugal, où par une effraction limitée, pénètre une coulée de tissu conjonctif jeune issu du périoste métaphysaire qui va occuper les espaces médullaires sous-jacents à la nécrose «creeping substitution ». Sous l'action de facteurs mécaniques, l'épiphyse fragilisée va se tasser, mais entre la zone de nécrose et l'os sain se développe une bande de tissu conjonctif d'ostéo-sclérose doublée de prolifération vasculaire qui va fixer les limites du mort et du vif ; D'autre part, on observe une fragmentation osseuse dans la zone nécrotique qui aboutit à la formation de spécules osseux qui peuvent se séparer du reste de l'épiphyse. Enfin, on voit se produire un épaissement de la métaphyse et de la diaphyse sous-jacente [23].

Dans certains cas, les déformations sont irréversibles et, subissant les effets des facteurs mécaniques, ne peuvent aller qu'en s'accroissant, ce sont elles qui aboutissent à de véritables résorptions de la tête métatarsienne.

Chez l'adolescent, ces déformations peuvent s'améliorer grâce à la vitalité de l'ostéogénèse

Tous les intermédiaires peuvent se voir entre la destruction massive de la tête et les lésions « minima ».

L'arthrose métatarso-phalangienne constitue un facteur inévitable dans les suites des nécroses massives de la tête métatarsienne.

La maladie de FREIBERG présente donc les caractéristiques d'une nécrose osseuse aseptique : nécrose initiale – régénération – guérison ou cicatrisation [24].

IV. PHYSIOPATOLOGIE

1. Traumatisme

Depuis 1914, un événement traumatique a été fréquemment cité comme cause de la maladie de FREIBERG.

Dans sa description originale, FREIBERG a noté une histoire de traumatisme chez trois de ses six patients, et la description de Köhler en 1915 allait dans le même sens [1].

SMILLIE en 1955, a grandement approuvé le rôle du facteur traumatique et a ajouté que le risque est d'autant plus important qu'il s'agit de pied structuralement faible (tel qu'insuffisance, varus ou hypermobilité du 1^{er} métatarsien) [11].

Dans son travail expérimental sur la deuxième jonction métatarsophalangienne de cadavre, BRADDOCK, a montré que l'épiphyse métatarsienne était la plus faible des sujets âgés entre 11 et 12.5 ans. Il a interprété que l'épiphyse était plus fragile à ce stade de maturation et que la position fixée du deuxième métatarsien le rend plus susceptible au traumatisme [8].

MC MASTER dans son étude « Hallux rigidus » a démontré un mécanisme d'empiétement de la base de la phalange proximale sur la tête métatarsienne ce qui explique pour lui la survenue de la lésion ostéochondrale au niveau du « site classique » [26].

En 1990, dans leur revue des causes de la Maladie de FREEBERG, STANLEY et AL ont noté une histoire de traumatisme chez seulement 15% de leurs cas.

L'étude pédobarographique a montré une augmentation anormale de pression chez seulement 24% des pieds étudiés et que chez 15% seulement cette hyperpression a été localisée au niveau du site atteint.

Quoique le métatarsien atteint était le plus long chez 85% des cas, chez seulement 48% des cas le site de pression maximale coïncide avec le site atteint [25].

Il est en effet très courant de constater que la maladie survient de préférence sur le morphotype métatarsien suivant 1 < 2 > 3 > 4 > 5. Le deuxième métatarsien est le plus long et le plus rigide du fait de son encastrement au niveau du tarse.

Autrement dit, le métatarsien le plus long subit des contraintes d'appui supérieures à ses voisins et finit par en souffrir et ceci, d'autant plus, qu'il s'agit d'enfants et/ou de sportifs.

L'os est un tissu de soutien vivant, les forces résultant de la pesanteur, de la résistance du sol et de la contraction réflexe des muscles s'exercent en chaque point du squelette.

Lors de la course, ce sont les cadrans antéro-supérieurs de la tête métatarsienne qui sont soumis à un maximum de pression. En effet, la nécrose débute le plus souvent dans cette région.

Cette affection peut aussi survenir au niveau des deux pieds ou d'un seul côté, sur plusieurs têtes métatarsiennes. Les têtes les plus fréquemment touchées étant la deuxième et troisième métatarsiennes [27].

2. Facteur vasculaire (déficience vasculaire)

Le substratum anatomo-pathologique est représenté par la nécrose osseuse, ceci signifie qu'il y a une insuffisance vasculaire sur une zone en croissance, fragile.

Plusieurs auteurs sont partisans de cette théorie : On peut noter particulièrement :

L'étude de WILEY et THURSTON en 1981 sur l'approvisionnement artériel des têtes métatarsiennes chez six cadavres. Ils ont constaté l'absence de l'artère du deuxième métatarsien avec une suppléance artérielle du deuxième rayon par des

branches vasculaires de la première et troisième artère métatarsienne.

Ils ont conclu qu'une prédisposition vasculaire était présente chez 30% de leur modèle, ajoutée à une fatigue significative pourrait vraisemblablement donner une ostéonécrose avasculaire de la tête du deuxième métatarsien [28].

De la même façon, en 1989, BAYLISS et KLENERMAN ont présenté trois cas d'ostéonécrose de têtes métatarsiennes après chirurgie du pied [29].

Pour VILADOT, le sang vascularisant l'épiphyse du second métatarsien dépend presque exclusivement de petits vaisseaux qui circulent des côtés de l'insertion

Ils incriminent des lésions de ces vaisseaux qui seraient l'événement initial de l'atteinte épiphysaire.

Le port de chaussure comprimant le pied engendre une compression de ces petites artères entre les têtes métatarsiennes.

Ce concept est confirmé par Nagura en 1958 quand il a montré que cette affection ne survient pas chez la population japonaise qui porte des chaussures larges ou des sandales.

Ces auteurs décrivent l'évolution de la maladie de FREIBERG en cinq phases:

1. Compression mécanique des artères de la tête métatarsienne,
2. Spasme artériel,
3. Le spasme donne une ischémie de l'épiphyse,
4. La compression prolongée engendre une occlusion vasculaire et
5. Comme le tissu granulaire amène un nouveau sang de suppléance à l'épiphyse, l'os se résorbe, se remodèle, se collabe et laisse des séquelles d'arthrose de la jonction métatarso-phalangienne.

DIAGNOSTIC ET TRAITEMENT

I. CLINIQUE

Très souvent, la maladie de FREIBERG évolue à bas bruit sans aucune expression clinique. Le diagnostic en est fortuitement lors d'un examen radiologique.

Dans les formes « expressives », la douleur est le symptôme essentiel, et les patients consultent le plus souvent pour des métatarsalgies.

1. Le début

Le mode de début de l'affection est le plus souvent progressif, exceptionnellement brutal par des douleurs de l'avant-pied survenant après un traumatisme faisant évoquer une fracture.

La douleur est particulièrement vive lors de la marche en temps d'appui sur l'avant-pied, pendant la phase propulsive. Elle cède par la mise au repos de l'articulation.

Elle est localisée de façon assez précise à l'articulation métatarsiophalangienne concernée.

Initialement, les signes cliniques sont vagues et la douleur est ressentie comme une simple gêne, mais elle devient vive et plus marquée lors de l'orthostatisme prolongé, de la marche et/ou de la course, elle peut même s'exprimer par une claudication obligeant le malade à s'arrêter ou à marcher sur le talon le bord externe du pied afin d'éviter la douleur.

A cette douleur locale, n'est associé aucun syndrome inflammatoire général. En particulier, on ne note pas de fièvre.

L'examen clinique retrouve la douleur lors :

- De la pression de la tête métatarsienne sur sa face dorsale, lorsque la métatarso-phalangienne est en légère flexion,
- De la pression dans l'axe de l'articulation,

- De la mise en flexion dorsale forcée de l'articulation,
- De la pression transversale de l'avant-pied.

L'inspection peut parfois retrouver une tuméfaction siégeant au niveau de l'articulation atteinte. A ce stade, la mobilité articulaire n'est pas entravée.

Une ponction de la métatarso-phalangienne peut montrer l'existence d'une hydarthrose ; elle prouve surtout l'absence d'arthrite microbienne ou métabolique.

2. La phase d'état

Au bout de quelque mois, la douleur persiste comme maître-symptôme. Elle reste localisée et garde son caractère mécanique.

Une tuméfaction dorsale de la métatarso-phalangienne s'y associe fréquemment. Cette tuméfaction peut être suffisamment importante pour provoquer une gêne au chaussage.

Un enraidissement articulaire d'intensité variable peut être également allégué par le patient.

L'examen clinique retrouve une grosse articulation raide et douloureuse.

La douleur est vive à la pression de la tête métatarsienne, ainsi que lors de la compression axiale.

Une tuméfaction est souvent bien visible à la face dorsale de l'articulation sans caractère inflammatoire.

L'articulation est limitée dans ses amplitudes, et est douloureuse lors des mouvements actifs et passifs.

Un durillon plantaire est parfois retrouvé.

A ce stade, le diagnostic est aisément confirmé par les examens radiologiques.

L'évolution se poursuivant, aboutit au dernier stade : L'arthrose métatarsophalangienne.

3. L'arthrose métatarso-phalangienne

A ce stade, la douleur est constante, d'intensité variable, avec une évolution par poussées entrecoupées de phase de rémission.

L'articulation est déformée : épaissie et siège d'un empâtement des parties molles adjacentes. Les déformations anatomiques sont visibles et comportent :

- Une déviation axiale de l'articulation,
- Un orteil en griffe parfois associé.
- Un raccourcissement de l'orteil,

L'évolution vers ce stade ultime de l'affection n'est pas inéluctable. On peut assister à une disparition des signes cliniques et Radiologiques, et restitution ad integrum.

Dans d'autres cas, la disparition des signes cliniques contraste avec la persistance, sans évolutivité cependant, des signes radiologiques.

Le caractère latent de l'affection entraîne d'ailleurs, souvent un diagnostic à posteriori chez un adulte présentant tous les signes d'une arthrose métarsophalangienne.

Enfin, dans d'autres cas, l'évolution est télescopée avec, rapidement après le début des troubles, apparition des signes radiologiques déjà évolués.

4. L'évolution

L'évolution spontanée se fera :

- Cliniquement, vers l'exagération de la douleur mécanique ;
- Et, radiologiquement, vers le passage d'un stade radiologique à un autre, traduisant l'atteinte articulaire qui peut aller de l'arthrose métatarso-phalangienne jusqu'à l'ankylose en position vicieuse, entraînant une perturbation de l'arche antérieure du pied.
- L'appréhension à la marche sera à l'origine d'un syndrome neuroalgodystrophique, imposant une prise en charge médicale et des séances de rééducation fonctionnelle.

II. RADIOLOGIE

1. Radiographies standards

Les constatations radiographiques de la maladie de FREIBERG sont variables et tendent à corrélérer avec le stade pathologique de la maladie mais pas nécessairement avec les plaintes physiques.

L'examen radiologique reste capital, les images rencontrées sont assez caractéristiques, et permettent souvent à elles seules de poser le diagnostic (30).

1.1. Les incidences : Schéma IV

La nécessité d'apprécier au plus juste l'état des lésions rend nécessaire la réalisation de plusieurs clichés.

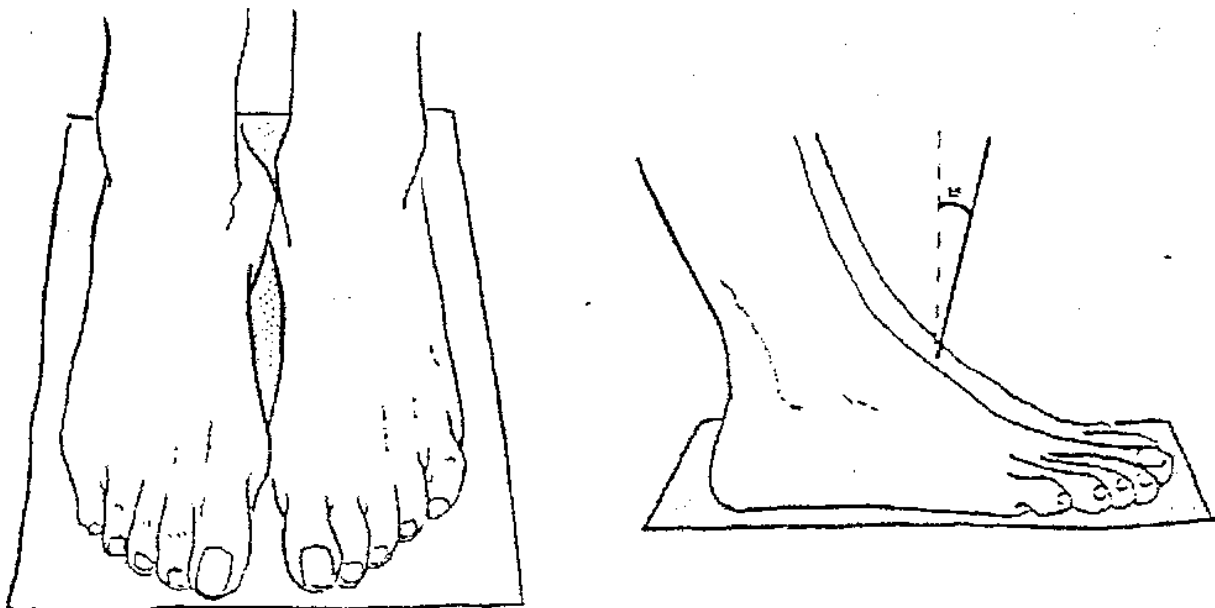


Schéma IV : Radio des deux pieds de face

1.1.1. Le cliché de face

Le patient est en décubitus dorsal, jambes et cuisses fléchies, pieds posés à plat sur la plaque disposée horizontalement, orteils séparés et étalés.

Le rayon incident est incliné de 15° vers l'arrière dans le plan sagittal.

Le point de centrage est au milieu de la face dorsale du pied pour une vue unilatérale, entre les pieds pour une vue bilatérale.

Cette incidence précise le siège des lésions et l'existence d'éventuelles lésions associées : brièveté du 1er rayon, excès de longueur du métatarsien porteur de la lésion.

1.1.2. Le cliché du profil en charge : Schéma V

Le patient est debout en station bipodale, plaque placée verticalement à la face interne de la cheville.

C'est une radiographie tangentielle, évitant les déformations de l'image et la superposition des têtes métatarsiennes.

Le sujet est debout, les talons reposant sur un bloc de liège, orteils légèrement surélevés.

Le rayon incident est horizontal.

Le point de centrage correspond aux têtes métatarsiennes.

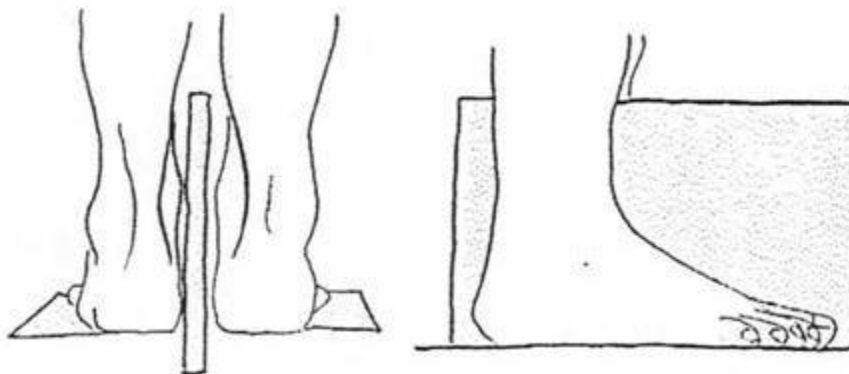


Schéma V : Radio de pied de profil en charge

Cette incidence permet de voir les sésamoïdes, les têtes métatarsiennes qui doivent être alignées, la voûte de l'avant-pied dont le deuxième métatarsien forme la clé. On peut y associer les clichés centrés sur l'articulation concernée et des agrandissements.

Le diagnostic, aisément porté sur le cliché de face, est complété par la recherche de lésions associées sur les autres incidences [30].

1.2. Stades et classifications

Différents schémas de classification ont été proposés par différents auteurs, corrélant les constatations physiques et radiographiques aux différentes options thérapeutiques.

SMILLIE en 1955, a divisé le processus en 5 stades (de I à V), comme l'ont fait GAUTHIER et ELBAZ en 1979 (schéma V) [31,32].

En 1987, THOMPSON et HAMILTON ont présenté une classification avec quatre types, avec le type IV étant un phénomène rare qui pourrait représenter une forme de dysplasie épiphysaire [33].

Niveau A : correspond au stade I de la classification de SMILLIE et au type I de la classification de THOMPSON et HAMILTON.

Il représente les premières manifestations de la maladie.

Un trait isole un fragment de tête métatarsien, il est souvent invisible sur les radiographies mais on le retrouve à l'intervention chirurgicale.

Le fragment osseux, limité, d'une part par le cartilage articulaire et, d'autre part par le trait, est privé de toute vascularisation et exposé à la nécrose.

Niveau B : correspond au stade II de SMILLIE, la tête métatarsienne n'est pas modifiée dans son contour mais présente des altérations de structure. On peut ainsi voir une image condensée, séparée de l'os normal par une bande d'ostéolyse.

Cette image correspond à la zone nécrosée qui, en évoluant, va faire apparaître une image pommelée faite de la juxtaposition de plages denses et claires.

Dans certains cas, la lésion est unique, correspondant à un foyer de nécrose cunéiforme affleurant le cartilage. Ce foyer est le plus souvent en situation dorsale, mais peut occuper tout le noyau épiphysaire.

Le reste du métatarsien est normal. La base de la phalange est intacte, de même que l'interligne articulaire.



Fig.9 : Radiographie du pied face + profil montrant une ostéochondrite de la tête du M2 stade 2 de Smillie chez un patiente de 22 ans [56]

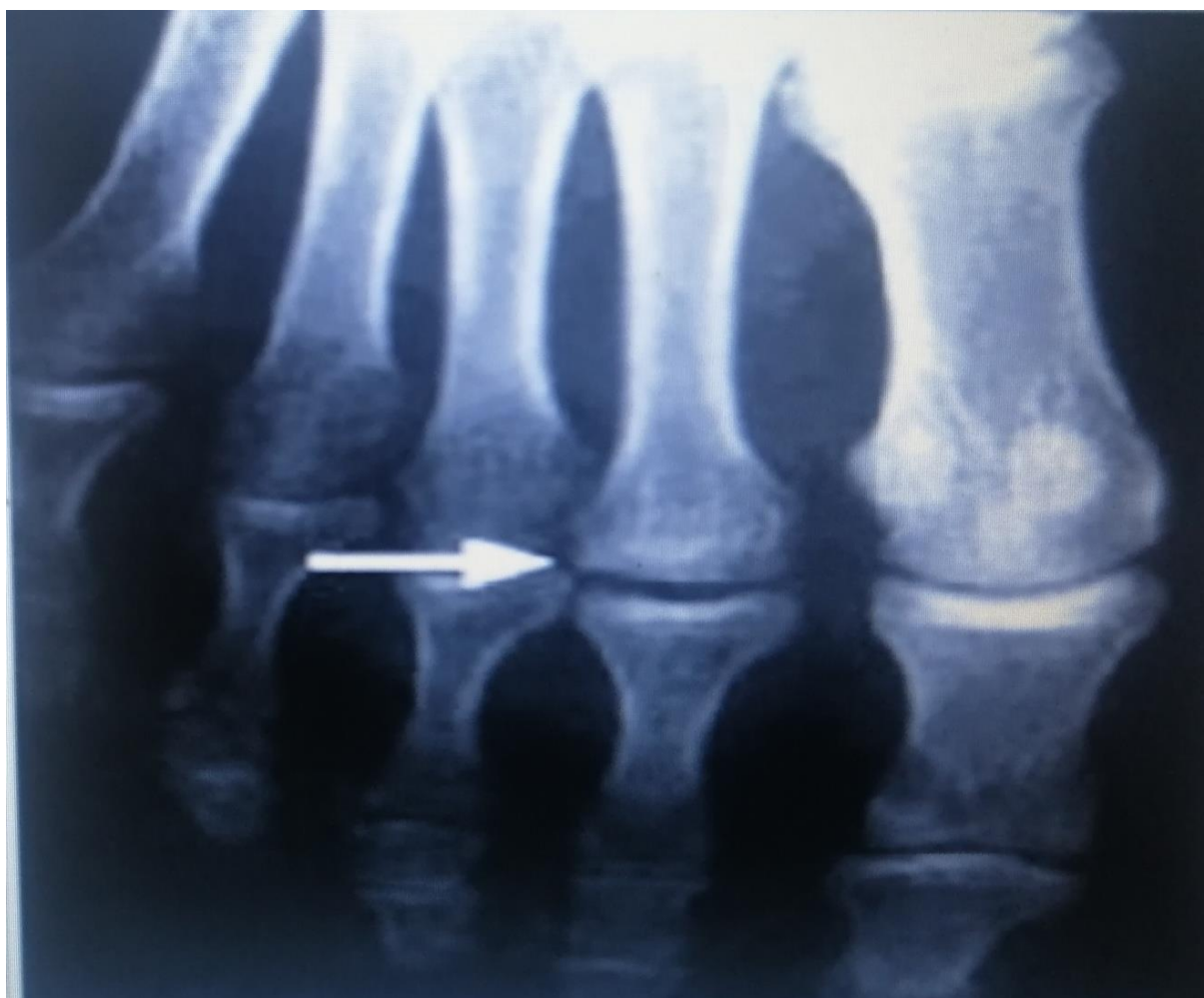
Niveau C : correspond au stade III de SMILLIE

Les contraintes mécaniques continuent d'exercer leurs actions alors que le fragment osseux nécrosé voit sa résistance s'affaiblir. Ce phénomène entraîne un tassement progressif de la tête métatarsienne. Le cartilage articulaire subit, du fait de la déformation de la tête, des pressions exagérées. De ce fait, le cartilage a tendance à se plier, se fissurer et se décoller en demeurant, cependant, solidaire du reste du cartilage par un isthme plantaire demeuré intact.

Le cliché de face montre un décrochage de la portion centrale de la tête qui s'enfonce; la densification de la zone de nécrose s'accroît et la trabéculatation sous-jacente se raréfie.

En arrière de cette zone claire, se dessine un liseré hypercondensé dont la limite postérieure affleure la métaphyse.

Le col du métatarsien s'épaissit, l'interligne articulaire s'élargit, mais la base de la phalange proximale reste intacte.



**Fig.10 : Radiographie du pied face montrant une ostéochondrite de la tête du M2
Stade 03 de Smillie chez une patiente de 20 ans [57]**

Niveau D : correspond au stade IV de SMILLIE. On assiste à une rupture de l'isthme plantaire et à la libération du fragment nécrosé dans l'articulation.

" L'interligne s'élargit de plus en plus. La base de la phalange est encore intacte.



Fig.11 : Radiographie du pied face montrant une ostéochondrite de la tête du M3 stade 4 de Smillie chez une patiente de 34 ans associée à un hallux valgus avec aspect massif de la diaphyse de M3 [57]

Niveau E : c'est le dernier stade de la maladie, il correspond au stade V de SMLLIE et 4 de GAUTHIER-ELBAZ.

Il est marqué par la déformation considérable de l'articulation et la présence de corps étrangers intra-articulaires aboutissant à l'arthrose métatarsophalangienne.

La tête est très déformée, implantée par un col évasé sur une diaphyse épaissie.

La base de la phalange est déformée et élargie.

On remarque le développement d'ostéophytes au niveau de la tête métatarsienne et de la base de la phalange.

L'interligne, en raison des déformations, des surfaces articulaires, est rarement pincée.

On peut également voir des calcifications au niveau des tissus mous périarticulaires.

Au fur et à mesure du développement des lésions épiphysaires, la diaphyse s'épaissit progressivement et prend, dans sa partie distale, un aspect concave et hypercondensé.

Le col disparaît, tandis que le canal médullaire se rétrécit, faisant perdre à la diaphyse son aspect élancé normal [30].

2. Autres moyens d'imagerie

2.1. Apport de la scintigraphie

A l'opposé de la radiographie, au stade précoce, la scintigraphie pourrait permettre le diagnostic d'ostéonécrose aseptique épiphysaire.

Par ailleurs, on peut l'utiliser à la recherche d'une ostéonécrose controlatérale infra-clinique chez un sujet connu porteur de la maladie de FREIBERG.

2.1.1. Technique

Il existe deux types de traceurs :

Le strontium 87 m sous forme de citrate,

Le technétium 99 m, servant au marquage instantané de polyphosphates ou diphosphates

Dans les cas précis des ostéonécroses, le strontium 87 m paraît donner les meilleurs résultats scintigraphiques, suivi par les polyphosphates marqués au technétium 99m.

L'exploration isotopique intervient 2 à 4 heures après l'injection intraveineuse du traceur.

L'activité administrée est de 5 millicuries pour le TC 99m, L'irradiation de l'os est faible : 0.3 rad.

Une scintigraphie squelettique totale est d'emblée réalisée :

Soit avec un détecteur mobile (scintigraphie) qui explore les régions à étudier en défilant au-dessus ligne par ligne ;

Soit avec un détecteur fixe (Caméra à scintillation, gamma caméra), la caméra explore simultanément tous les points de la zone choisie;

Soit avec une caméra à scintillation, couplée avec un lit mobile à déplacement automatisé, ce dernier procédé convient parfaitement aux examens de dépistage.

2.1.2. Résultats

✓ Au stade précoce : (stade de nécrose)

L'image scintigraphique se traduit par une image lacunaire photopénique avec une couronne hyper active. Cette image constitue une preuve précoce et un résultat significatif pour l'ostéonécrose aseptique qui pourrait évoluer six mois auparavant au moment où les radiographies standards seraient normales et ne montreraient pas de signes typiques de la maladie de FREIBERG.

✓ Au stade tardif : (stade de reconstruction).

L'image scintigraphique se traduit par l'aspect classique qui est celui de l'hyperactivité ou l'hyperfixation diffuse. Cet aspect est secondaire à la phase de revascularisation diffuse [13].

2.2. L'IRM

Elle est utilisée en matière de la maladie de FREIBERG avec peu de recul; généralement, la clinique et la radiographie standard suffisaient au diagnostic.

En effet, dans la plupart des publications et jusqu'aux ces derniers temps, la paraclinique se résumait à un stade radiographique.

Ce n'est que dans les publications les plus récentes qu'on trouve que l'utilisation d'examens poussées en particulier l'IRM et la scintigraphie en préopératoire et surtout pour l'évaluation de l'évolution en postopératoire.

Quoique coûteux, ces examens permettent un diagnostic plus précoce et par conséquent une thérapeutique plutôt conservatrice et les résultats sont plus satisfaisants [34].

2.3. Le scanner

La tomodensitométrie permet un bilan lésionnel complet, elle a un intérêt surtout lorsque se pose un problème de diagnostic différentiel, notamment avec les autres étiologies de métatarsalgies [30].

III. DIAGNOSTIC

1. Diagnostic positif

Le diagnostic positif de la maladie de FREEBERG se pose différemment, selon les stades où on l'observe.

✓ **A La phase précoce : (stade I)**

Il est difficile de poser le diagnostic à ce stade, d'une part, parce que la maladie est très souvent muette, d'autre part, parce que l'expression clinique est tellement banale pour être évocatrice (gêne, ou légère douleur de l'avant-pied à la marche).

De même, les radiographies sont encore négatives à ce stade et donc d'aucune aide.

Actuellement, au stade précoce, la scintigraphie et l'IRM pourraient permettre un diagnostic assez précis.

✓ **A la phase d'évolutivité : (stade II III, et IV)**

La clinique est plus parlante. Les radiographies montrent des altérations caractéristiques, et permettent le plus souvent de poser le diagnostic. Ce dernier sera confirmé par l'examen anatomopathologique.

✓ **Au stade V d'Arthrose hypertrophique Métatarso-phalangienne:**

L'histoire clinique de l'affection recherchée par l'interrogatoire minutieux permet d'éliminer les autres causes d'arthrose :

- Mécanique.
- Post-traumatique.

Les signes radiologiques retrouvés à ce stade permettent de retenir le diagnostic de la maladie de FREIBERG :

- Présence de séquestres intra-articulaires;
- Une interligne peu pincée, voire conservée ou élargie ;
- L'absence de subluxation métatarso-phalangienne.

A ce stade, l'examen anatomo-pathologique est indispensable pour confirmer le diagnostic [35].

2. Diagnostic différentiel

L'expression clinique commune que constitue une métatarsalgie, est un motif très fréquent de consultation en podologie.

Le trouble mécanique d'appui de l'avant pied est responsable d'un déséquilibre de répartition des contraintes plantaires objectivé par la souffrance cutanée (cors, durillons plantaires).

On peut les regrouper comme suit :

- Les atteintes extra-articulaires.
- Les atteintes articulaires.

2.1. Les atteints extra-articulaires

Elles regroupent diverses affections qui, malgré une expression clinique de douleur métatarsienne, se déroulent à distance de l'articulation métacarpo-phalangienne.

2.1.1. Fracture de fatigue ou maladie de DEUTSCHLANDER.

Surviennent dans le cadre de la pathologie d'adaptation de l'os à l'effort:

Normalement, l'activité physique régulière élève ou maintient la masse osseuse là où les contraintes sont appliquées (Loi de WOLFF).

A contrario, des contraintes de caractère inhabituel, répétitives et intensives, peuvent empêcher cette régulation locale et entraîner une fragilisation paradoxale de la zone hypersollicitée.

Ce phénomène définit la pathologie d'adaptation de l'os à l'effort. Cette pathologie évolue en deux stades :

- Un syndrome préfracturaire qui associe :
 - Une douleur osseuse d'effort progressive,
 - Des radiographies normales et / ou montrant tardivement des images de construction osseuse (apposition périostée et / ou endostale).
 - Un foyer d'hyperfixation scintigraphique en regard de la zone douloureuse.
- La fracture de fatigue qui associe :
 - Une douleur osseuse aiguë et
 - Une impotence fonctionnelle majeure.
 - La radiographie met en évidence un trait fracturaire associé ou non des images de construction osseuse.

Au niveau de l'avant pied, l'atteinte métatarsienne : reste la plus classique, elle se traduit par une douleur de la face dorsale du pied avec un oedème effaçant les reliefs des tendons extenseurs. La décompensation fracturaire siège souvent en pleine diaphyse. L'atteinte des têtes métatarsiennes est de diagnostic radiologique difficile. Les lésions multiples bilatérales se voient dans 20% des cas.

L'atteinte du sésamoïde : survient dans un contexte de piétinement avec douleur persistante en regard de la base du premier métatarsien. Un trait fracturaire sera difficile à différencier d'un sésamoïde interne bipartite.

L'hyperfixation scintigraphique évocatrice n'exclut pas le diagnostic d'ostéonécrose. L'évolution vers la pseudarthrose est classique.

2.1.2. Névrome de MORTON

Il s'agit d'une hyperplasie bénigne de la bifurcation d'un nerf interosseux, presque toujours celui du troisième espace.

Cliniquement, le syndrome douloureux est particulier. Il s'agit d'une métatarsalgie parfois brutale et excruciante, survenant en éclair à la marche chaussée ; réalisant souvent une douleur de type « courant électrique » irradiant volontiers vers les faces de la commissure interdigitale correspondante, ou s'accompagnant de paresthésies dans ce territoire. Elle est soulagée par l'abandon de la chaussure, et ce signe du « déchaussement fréquent » est très évocateur. Le patient profite de toute occasion pour quitter sa chaussure, ne serait-ce que momentanément.

L'examen retrouve :

- Une douleur provoquée à la pression de l'espace interosseux, entre deux têtes métatarsiennes, en « pinçant » cette zone entre deux doigts, l'un plantaire l'autre dorsal.
- La compression transversale de l'avant-pied, en approchant les unes des autres les têtes métatarsiennes, comprime le nerf entre ces dernières et déclenche elle aussi le syndrome douloureux.
- Parfois enfin, on notera une hypo ou une anesthésie des faces latérales des orteils dans le territoire correspondant.

2.1.3. Métatarsalgie de la nécrose aseptique des sésamoïdes du premier orteil (maladie de Renander)

Elle traduit une ostéodystrophie des sésamoïdes du premier métatarsien : à prédominance féminine, elle se rencontre chez l'enfant et l'adolescent entre 9 et 17

ans : elle est favorisée par les microtraumatismes sportifs ou professionnels, un trouble statique du pied, une chaussure mal adaptée.

Elle peut avoir deux expressions cliniques :

- Une douleur plantaire, tableau le plus fréquente, à l'appui de la première articulation métatarso-phalangienne au temps final du pas. Elle s'atténue au repos.
- Une allure pseudo-goutteuse : plus rare mais trompeuse.

La radiographie (en incidence spéciale dite de Walter-Müller) montre des remaniements caractéristiques : déminéralisation, condensation inégale tigrée, isolée ou associée à un aplatissement antéro-postérieure [36].

2.1.4. Le syndrome douloureux aigu du deuxième espace inter métatarsien

Il s'agit d'un syndrome caractérisé par une douleur aiguë, localisée à la partie antérieure du second espace intermétatarsien et qui s'accompagne parfois de signes inflammatoires locaux.

Généralement, ce syndrome est unilatéral, se manifeste par les douleurs intenses de la portion distale du second espace inter métatarsien, ces douleurs n'irradient pas, disparaissent au repos et s'aggravent à la marche.

L'examen radiologique n'objective pas de lésions ostéo-articulaires mais fait la preuve d'une brièveté du 1^{er} rayon.

Test diagnostique : l'infiltration locale de corticoïdes entraîne une amélioration spectaculaire, apportant par la preuve diagnostique [37].

2.2. Les atteintes articulaires

- Les luxations métatarso-phalangiennes,
- Les fractures post-traumatiques,
- Les décollements épiphysaires.

Leur diagnostic est facile devant leur survenue brutale et Post-traumatique associé à l'examen radiologique.

2.3. Causes rares de métatarsalgies isolées

- Les rhumatismes inflammatoires ;
- Les arthropathies microcristallines ;
- Les arthrites septiques ;
- Les arthrites tuberculeuses ;
- Les algodystrophies ;
- La maladie de Paget ;
- Tumeurs osseuses bénignes ou malignes primitives ou dans le cadre de métastase ;
- Ostéoarthropathie hypertrophiante ;
- Synovite villonodulaire ;
- Ostéochondromatose synoviale ;
- Tumeur à cellules géantes ;
- Kyste anévrysmal.

Dans ces diverses affections, outre la clinique, la biologie et la radiologie, le diagnostic est confirmé par l'examen histopathologique [38].

2.4. Variante anatomique normale

(Selon l'étude faite par LEGARTH effectuée sur 72 sujets normaux : sans antécédents ni signes physiques de maladie du pied).

L'examen radiologique des pieds de ces sujets montre chez 10% environ un aplatissement bilatéral de la tête du deuxième métatarsien avec élargissement de l'espace articulaire.

IV. TRAITEMENT

Si la plupart des auteurs sont d'accord sur l'utilité d'un traitement médical et/ou orthopédique au stade de début de la maladie, l'indication d'un traitement chirurgical ne se pose qu'au stade de séquelles et de gêne fonctionnelle, cependant les modalités opératoires diffèrent tout comme leurs résultats [40].

1. Traitement médical

Ce traitement n'est en réalité que symptomatique.

- But : Permettre un soulagement au patient.
- Principe : Suppression de facteurs susceptibles d'aggraver la métatarsalgie par :
 - Réduction de la marche, de l'activité physique et de la surcharge pondérale,
 - Avec utilisation de chaussage à semelage épais, souple et amortissant ;
 - Administration des antalgiques par voie générale seule ou associée à des applications locales de diathermie.
- Avantage : Apporte un certain soulagement surtout devant une douleur très gênante.
- Inconvénient : L'amélioration n'est que passagère et entraîne bien souvent une aggravation des lésions anatomiques [41]. Cet aspect ne doit pas être confondu avec la maladie de FREIBERG à ses stades finaux [39].

2. Traitement Orthopédique

Il devrait idéalement précéder tout acte chirurgical et parfois lui succéder pour en aménager les résultats.

- But : Supprimer ou soulager l'appui qui se fait sur les têtes métatarsiennes, donc décharger la zone douloureuse, en l'occurrence la deuxième tête

métatarsienne.

- Principe : Ainsi, pourra-t-on recourir soit :
 - À l'immobilisation par botte plâtrée de marche qui peut être simple ou moulée avec appui rétro-capital.
 - Aux orthèses plantaires : La confection de ces orthèses plantaires fait appel à plusieurs éléments prenant en considération la trophicité du capiton plantaire, le volume chaussant du patient, entre autres.
- Avantage : Selon certains auteurs, le port d'une telle orthèse plantaire, au même titre que le traitement médical à des stades précoces de la maladie, suffirait à amener la guérison.
- Inconvénient : Malheureusement, le diagnostic est souvent tardif obligeant à recourir à des méthodes chirurgicales [42].

3. Traitement chirurgical

Il a été utilisé très tôt. L'intervention de FREIBERG consistait en l'ablation de corps étrangers et des ostéophytes (Toilette articulaire).

Les premières thérapeutiques chirurgicales proposées ont eu pour but la résection large des lésions. Mais, on a tendance de plus en plus vers les thérapeutiques à visée conservatrice.

3.1. Thérapeutiques visant à une résection large

3.1.1. L'opération de Machacek

- But: résection large.
- Principe: régularisation des surfaces articulaires associée à la
- Résection des 2/3 proximaux de la phalange.
- Avantage: Justifiée au stade d'arthrose métatarso-phalangienne.
- Inconvénient: Pas d'intérêt pour les stades de début.

3.1.2. Résection capitale ou capito-phalangienne

- But: résection large.
- Principe: la résection capitale est associée à l'amputation de l'orteil.
- Avantage: pourrait être bénéfique au stade de séquelles.
- Inconvénient: mutilante, la résection de la tête métatarsienne (sans remplacement prothétique) entrave grandement la biomécanique du pied [41]

3.2. Thérapeutiques conservatrices

Dans ces techniques, la résection est le plus souvent minime, et effectuée dans le but de favoriser une reconstruction osseuse.

3.2.1. L'opération de KOUJTZNY

- Principe: Elle consiste en l'ablation d'un disque osseux épais de 5mm, taillé dans la direction sagittale sur une face de l'épiphyse.
- Avantage: L'auteur assiste à une restitution ad integrum de la tête métatarsienne concernée du point de vue radiologique.
- Inconvénient: valable pour les stades précoces.

3.2.2. La résection jugale de BRANDES

- Principe: résection des parties latérales de la tête du métatarsien et du plateau articulaire de la phalange suivie d'une immobilisation plâtrée.
- Avantage: Effet bénéfique sur la douleur.
- Inconvénient: Possibilité de reprise des Phénomènes douloureux et arthrosiques après une période d'accalmie.

3.2.3. Le forage de BECK

- Principe: employé seul ou combiné à une résection-jugale.
- Avantage: Peut donner de bons résultats qui sont longs à obtenir.

- Inconvénient: Ne convient qu'au premier stade de la maladie, car il ne peut modifier la configuration de la tête une fois déformée.

3.2.4. La technique de GUNTZ

- Principe: consiste en l'extension de l'orteil pour supprimer toutes les contraintes auxquelles l'os est soumis.
 - Forage de Beck: pour accélérer la reconstruction de l'os.
 - Immobilisation plâtrée, 6 semaines + rééducation.
- Avantage: une grande qualité de résultat.
- Inconvénient: beaucoup de temps [40].

3.2.5. La résection économique de la tête métatarsienne ou intervention de TAVERNIER

- Principe: Elle combine une résection à minima des lésions et un modelage de la surface articulaire qui sera remise en charge.
- Avantage : thérapeutique conservatrice.
- Inconvénient : cette thérapeutique fut toutefois progressivement abandonnée au profit de l'implant en silastic [21].

3.2.6. Les ostéotomies métatarsiennes

- Principe: L'ostéotomie entraîne une perte ou diminution de l'appui du rayon en cause.
- Avantage: Permet de garder une surface articulaire cartilagineuse.
- Inconvénient: Elle entraîne à plus ou moins brève échéance une Surcharge des rayons voisins.

3.2.7. Les remplacements par greffon osseux

- Principe: remplacement par greffon iliaque autogène ou une greffe ostéo-articulaire totale lyophilisée.

- Avantage: restitution d'un os apparemment normal.
- Inconvénient:

Le greffon iliaque n'apporte pas une surface articulaire cartilagineuse.

La greffe totale lyophilisée a été considérée comme aléatoire imposant une longue période de surveillance [41].

3.2.8. Intervention de KEHR ou autoplastie tendineuse

- Principe: associe un remodelage des surfaces articulaires l'interposition d'un lambeau en "U " prélevé aux dépens de l'appareil extenseur et suture à la capsule plantaire.
- Avantage: Résection à minima.
- Inconvénient: Il entraîne un déficit d'extension et ne restitue pas une surface articulaire normale ce qui laisse évoluer l'érosion osseuse de la tête métatarsienne et de la base de la première phalange [43].

3.2.9. L'intervention de SMILLIE: Curetage – bourrage

- Principe: restituer à la tête métatarsienne un aspect anatomique normal, et apporter une vascularisation de suppléance au fragment distal ischémié.
- Avantage : Permet de garder une surface articulaire cartilagineuse.
- Inconvénient : Ne s'applique qu'aux stades précoces tant que la partie plantaire du cartilage articulaire reste intact [44].

3.2.10. L'intervention de GAUTHIER ou ostéotomie de flexion dorsale

- Principe: Utilisation de la partie inférieure saine de la tête métatarsienne par ostéotomie, la replaçant dans la zone de fonction utile de l'articulation métatarse-phalangienne.

- **Avantage:**
 - Logique,
 - Permet une reprise de la marche dès le troisième jour postopératoire et une activité normale dès la quatrième à la sixième semaine [45].
- **Inconvénient:** La difficulté réside dans l'appréciation de la qualité et la vitalité d'un isthme plantaire résiduel qui ne peut être mieux apprécié qu'en peropératoire [32].

3.2.11. Les implants

- **Principe:** Après résection de la portion nécrosée en marche d'escalier, mise en place d'une prothèse s'insérant dans le métatarse et la phalange. Plusieurs types d'implants peuvent être utilisés:
 - Cupule radial de petit calibre;
 - Prothèse de REGNAULT;
 - Prothèse silastic "figner-joint" de SWANSON.
- **Avantage:** très bénéfique lorsque l'état des lésions condamne à une exérèse large.
- **Inconvénient:** possibilité de complications infectieuses voir même réaction à corps étranger si l'indication n'est pas bien faite, en particulier si elle est posée en pleine stade d'évolution de la maladie chez le sujet très jeune [46].

3.2.12. Ostéotomie de raccourcissement: intervention de SMITH 1991

- **Principe:** Mise en place d'une plaque en T permettant le raccourcissement du métatarsien.
- **Avantage :** L'arthrotomie n'est pas pratiquée, et peut donner de bons résultats quand les mesures conservatrices n'ont pas marché.
- **Inconvénient :** Risque d'exposition à une plus grande charge des

métatarsiens voisins [41].

3.2.13. Core decompression de T. PARKAR VAIL

Décrite en 1995 comme nouveau traitement de la maladie de FREIBERG diagnostiquée très précocement.

- Principe: Plusieurs trous sont percés dans la tête métatarsienne (une petite curette est utilisée pour obtenir une biopsie).
- Avantage: Restitution ad intégrum de l'os.
- Inconvénient: Diagnostic précoce par scintigraphie avant même l'apparition de signes radiographiques [47].

3.2.14. Traitement arthroscopique

Décrite en 1996 par Gaetano MARESCA et collaborateurs.

- Avantage: Réduction de la morbidité et éviter le daumagement de la jonction.
- Inconvénient: Valable surtout pour les stades vus précocement [15].

3.2.15. L'arthroplastie de Hazem MOSSAD ELTAYEBY: décrite en 1998

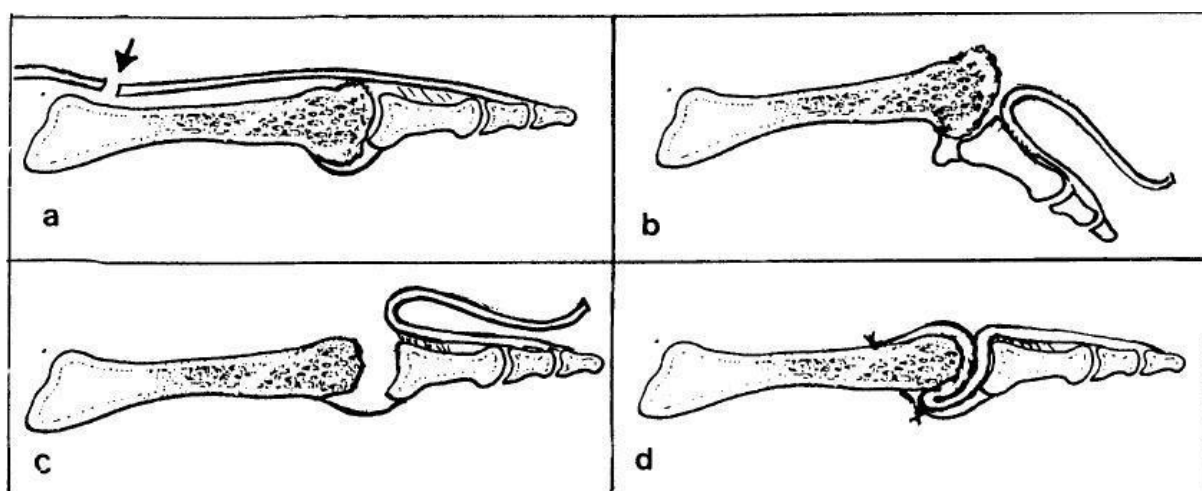


Schéma VI. Les étapes schématiques de l'opération [16].

4. Les indications

Il paraît logique que la décision thérapeutique soit concordante avec le stade évolutif de la maladie, allant des moyens les plus simples aux thérapeutiques plus ou moins agressives que le praticien juge utile selon les cas.

Le traitement de la maladie de Freiberg au stade précoce doit chez le jeune adolescent jouer la carte de la guérison spontanée. Une semelle plâtrée avec immobilisation stricte de la métatarso-phalangienne en légère flexion plantaire et suivi radiologique régulier de l'évolution est la thérapeutique de choix [48].

En cas d'échec ou chez les sujets plus âgés ou vu tardivement, ou lorsque la forme de la tête est déjà déformée, il est conseillé d'opérer [32,48]. Le but du traitement chirurgical [49] est de soulager l'hyperpression sous la tête du 2ème métatarsien sans entraîner un déséquilibre statique qui amènera une métatarsalgie au niveau des rayons voisins [50]. L'ostéotomie du col du métatarsien par résection d'un coin osseux à base dorsale selon la technique décrite par Gauthier [51] n'ayant pas d'effet raccourcissant répond à cette condition.

Aux stades II, III et IV de Smillie [52], l'ostéotomie de flexion dorsale est la technique indiquée [48, 53, 54, 55]. Les résultats ont toujours été satisfaisants sur le plan fonctionnel et les suites simples et rapides. La reprise de la marche avec appui s'effectue en moyenne au bout de 2 à 4 jours sauf intervention associée. La reprise d'une activité normale est obtenue dans un délai de 5 à 6 semaines.

Quant au stade V de Smillie, vu l'importance des lésions anatomiques et la fréquence de l'arthrose métatarso-phalangienne, le traitement conservateur se discute. La résection de la tête métatarsienne est abandonnée [49, 50], à cause de ses inconvénients d'instabilité majeure du clavier métatarsien. Par contre, l'intervention de Gauthier reste indiquée à ce stade tardif, mais trouve sa limite quand la nécrose

de la tête métatarsienne est subtotale, sans zone inférieure saine susceptible d'être ramenée par l'ostéotomie en position fonctionnelle.

Dans ce cas se pose l'indication de remplacement prothétique (prothèse de Swanson). Il en est de même, en cas d'arthrose métatarso-phalangienne avec raideur articulaire très importante.

V. Résultats

1. Clinique :

- En fonction des techniques chirurgicales :

La revue de la littérature nous a permis de constater que l'ostéotomie de dorsiflexion permet d'obtenir de bons résultats.

Tableau 3 : résultats en fonction des techniques chirurgicale

Méthodes	Auteurs	Pourcentage de bons et très bon résultats
Ostéotomie de Gauthier	Gauthier et Elbaz [2]	99%
	Ben Dali et al [59]	90%
	Notre série	87.7%
Intervention de Smillie	Helal[21]	72%
Ostéotomie de raccourcissement de smith	Smith et all [18]	86%
Résection de la tête métatarsienne	Hoskinson [13]	37%
Plastie d'interposition tendineuse de Kehr	Eltayeb [22]	84%
Osteosuture après ostéotomie de Gauthier	Notre série	87.7%

- **Les résultats des ostéotomies de Gauthier :**

Pour évaluer le résultat clinique après ostéotomie de Gauthier, nous avons adopté la cotation établie par « The American Orthopedic Foot and Ankle Society » (AOFAS) qui tient compte de trois critères: la douleur, la fonction et l'alignement.

Nous avons retrouvé des résultats concordants à ceux rapportés dans la littérature.

Tableau 4: comparaison des résultats cliniques de l'ostéotomie dorsiflexion

Selon la cotation L'AOFAS

Auteurs	Recul moyen	% des bons et excellents résultats	% des moyens et mauvais résultats
Gauthier et Elbaz 1979 [2]	-	99%	1%
Kinnard et Lirette 1991[6]	4ans	98%	2%
Mendès et al. [58]	5ans	92.3%	7.7%
Kuo Hua Chao et al 1999.[7]	4ans	84.6%	15.4%
Ben Dali et al. [59]	5ans	90%	10%

En 1979, **Gauthier** [2] a trouvé un seul cas de douleur occasionnelle persistante parmi une série de 53 patients (1%).

Kuo-hua Chao [7] a présenté une série de 13 cas traités par ostéotomie cunéiforme dorsale de flexion extra articulaire où deux patients ont présenté des douleurs occasionnelles (16%).

En 1991, **Kinnard & Lirette** [6] sur une série de 15 patients, ont trouvé trois malades qui présentaient des douleurs occasionnelles.

Ben Dali [59] a présenté une série de 30 cas traités par ostéotomie de Gauthier, seulement vingt patients qui sont évalués en post opératoire, alors qu'une indolence totale a été marquée chez 15 patients et une douleur occasionnelle chez 5 cas. Tous les patients ont récupéré une marche normale et aucun n'a présenté de boiterie ou de limitation de ses activités.

Dans notre série le recul moyen était de 22.5 mois. Aucun patient n'a été perdu de vue

Au dernier recul, 8 patients ont été très satisfait et 6 satisfait de l'intervention chirurgicale, aucun patient n'était déçu ou mécontent.

Le score AOFAS postopératoire était en moyenne de 87.7 (65-100)

La perte de flexion était de 12.4° (0-22°) par contre la perte de flexion dorsale était de 7.3° (0-12°)

Aucun cas infection ni de raideur n'a été diagnostiquée

Aucun de nos patients n'a souffert de métatarsalgie de transfert

Tableau 5 : perte de la mobilité après l'ostéotomie pour chaque série

Auteurs	Perte de flexion	Perte d'extension
Kinnard et Lirette [6]	-15	-10
Kuo Hua Chao et al. [7]	-15	-8
Ben Dali et al. [59]	-15	-10
Notre série	-12.4	-7.3

2. Fixation dans l'ostéotomie dorsale (intra ou extra articulaire)

Plusieurs méthodes de fixation de la fermeture de l'ostéotomie ont été décrites dans la littérature comme le cerclage par fil d'acier [2,5] les broches temporaire [7], petite vis[3], broche résorbable[12], les agrafes[4] et l'ostéosuture par un fil à résorption lente[5]

Tous les types d'ostéotomies (extra ou intra articulaire) et de fixation ont présenté des résultats cliniques et radiologiques comparables

Cinq cas ont présenté une gêne engendrée par les agrafes dans la série de M. Helix-Giordanino et al [4].

Un inconvénient rapporté après fixation par broche métallique est la nécessité une ablation après 4 semaines [7]. Cet inconvénient est lié à tous les moyens de fixation métalliques.

L'ostéosuture permettait d'éviter le cout et les dégâts tissulaires causés par une seconde intervention d'ablation de matériels.

Des cas d'irritation et de tendinite par le fil d'acier sont rencontrés en utilisant

la fixation par cerclage [6]

Les vis et les plaques sont très encombrantes et peuvent réduire la mobilité de l'articulation métatarsophalagienne[3].

La réaction tissulaire est le principal inconvénient des implants absorbable, mais aucun de nos patients n'a présenté cette complication.

Singh et al n'a pas rapporté de cas de pseudarthrose, ni ostéonécrose avasculaire Chez des patients traités par ostéotomie de chevron en utilisant une fixation par ostéosuture[10]

Dans une étude comparative , Liszka et Gądek [14] ont montré que les résultats de la fixation par ostéosuture dans l'ostéotomie de AKIN sont comparables aux autres techniques de fixation , telles que les agrafes et les vis de même , il a montré que cette technique était simple, moins onéreuse par rapport aux autres types de fixation et permettait d'éviter les complications liées aux matériels d'ostéosynthèse . De même, on n'a pas diagnostiqué une défaillance de fixation de l'ostéotomie et la consolidation était achevée chez tous nos patients.

Le fil utilisé dans notre étude est un fil résorbable à perte de résistance longue de type PDS II® (laboratoire ETHICON, San Lorenzo,Puertp Rico) : [9]

La durée d'immobilisation est similaire à toutes les techniques de fixation, vu ces inconvénients rencontrés après fixation par un matériel métallique que ça soit les broches, cerclage, les plaques ou les vis l'utilisation des matériaux absorbables est logique (broches ou fils a résorption lente)

L'embrochage résorbable présente un problème de disponibilité, de prix et nécessite la mise place de plusieurs broches.

Les résultats de notre étude ont confirmé que l'ostéotomie dorsale cunéiforme de flexion intra articulaire reste la technique de référence dans le traitement de la

maladie de Freiberg. Ainsi, la fixation par ostéosuture à résorption lente présente beaucoup d'avantages : peu onéreuse, disponible, moins encombrante, évite l'irritation de tissu sain et la deuxième hospitalisation pour ablation de matériel .

Tableau 6 : comparaison des résultats des différents types de fixation dans l'ostéotomie dorsale (intra ou extra articulaire)

Séries	Nombre de cas	Type d'ostéotomie	Type de fixation	Recul (mois)	Bon et très bon résultats(%)
Kinnard et Lirette [5]	10	Intra articulaire	cerclage	36.5	100
Kuo Hua Chao et al.[7]	13	Extra articulaire	broches de Kirschner	40	84
Lee et al ,2007 [12]	12	Intra articulaire	Broches résorbables	45	100
jiyoun et al, 1012 [03]	19	Intra articulaire	Vissage	72.6	85
Helix- Giordanino et al, 2015 [04]	30	Intra articulaire	agrafes	78	93
Notre serie (2020)	14	Intra articulaire	ostéosuture	22.5	100

3. Radiologique :

Le résultat radiologique après une ostéotomie de Gauthier était évalué sur des radiographies standards de face en charge, de profil strict et de $\frac{3}{4}$, pour apprécier la sphéricité la sphéricité, l'interligne métatarso –phalangienne et le raccourcissement.

Dans la série de **Ben Dali** (30 cas) avec un recul moyen de 5ans ; la tête métatarsienne avait un aspect normal avec une bonne sphéricité dans 19 cas et aplati dans un cas. Le raccourcissement était en moyenne de 2 mm (0 à 4mm), avec une interligne normale chez 18 patients et irrégulière chez 2 patients. [59]

Dans la série de **Kuo-Hua-Chao** (13 cas) avec un recul moyen de 4ans ; le raccourcissement était en moyenne de 2.1 mm (0– 3mm). Une légère irrégularité de l'articulation métatarso phalangienne sans rétrécissement de l'espace articulaire était marquée chez tous ses patients. [7]

Dans notre série la tête métatarsienne avait un aspect normal avec une bonne sphéricité chez tous les malades, Le raccourcissement était en moyenne de 2 mm (1 à 3mm), avec un interligne métatarso–phalangienne normale.

Tableau 7 : raccourcissement des métatarsiens après ostéotomie

Pour chaque série

Auteurs	raccourcissement
Kinnard et Lirette [16]	2.5mm
Kuo Hua Chao et al.[15]	2.1 mm
Ben Dali et al. [59]	2mm
Notre série	2mm

VI. Complications :

1. Précoces :

Comme toute chirurgie, des complications peuvent survenir après ostéotomie de Gauthier nécessitant ainsi une prise en charge adéquate

- Infection : dont le taux dans la littérature reste < 3%.
- Syndrome douloureux régional ou algodystrophie < 6% : il s'agit d'une réaction réflexe de l'organisme cela se traduit essentiellement par des douleurs et un enraidissement des articulations de voisinage de la zone opérée et parfois à distance. Un traitement antalgique doit être prescrit à la veille de l'intervention pour prévenir la douleur
- Phlébites : la chirurgie de l'avant pied n'est pas reconnue comme favorisant des phlébites, leur prévention par l'héparine n'est pas donc nécessaire
- L'hématome : il peut s'accompagner de douleur lancinante il est prévenu en suivant les consignes postopératoires de prudence à la reprise de la marche dans les premiers jours
- La gonflement (œdèmes) : n'est pas une complication mais un élément normal des suites opératoires en cas d'ostéotomie, lorsqu'il est important un drainage lymphatique avec kinésithérapie semble efficace
- Les complications neurologiques : rarement des hypoesthésies et paresthésie et exceptionnellement une anesthésie. Généralement ces signes sont régressifs.
- Dans notre série aucune complication précoce n'a été décelée après l'ostéotomie dorsale de flexion, ceci est concordant avec les autres séries

2. Tardives :

- Cal vicieux : par déplacement de l'os le patient alors doit éviter tout choc dessus ainsi que les marches prolongées pendant 2 à 4 mois
- Les pseudarthroses sont exceptionnelles et ne seront réopérées que si elles sont douloureuses.
- L'arthrose métatarsophalangienne reste possible nécessitant une simple résection de la tête du métatarsien ou la mise en place d'une prothèse
- La nécrose de la tête métatarsienne : très rare.
- Dans notre série aucune complication tardive n'a été décelée après ostéotomie dorsale de flexion ceci est concordant avec les autres séries.

CONCLUSION

La maladie de FREIBERG est une ostéonécrose aseptique d'une tête métatarsienne. C'est une affection rare posant un problème de choix thérapeutique.

Les aspects épidémiologiques et cliniques de nos malades confirment les notions classiques de la pathologie : rareté, prédominance féminine, métatarsalgies...

Un simple examen physique et radiographique permet le diagnostic de la maladie, la scintigraphie osseuse et l'IRM présentent une aide précieuse dans le stade infra radiologique.

La maladie évolue en 5 stades :

- Stade I : infra radiologique ;
- Stade II : nécrose débutante ;
- Stade III : perte de la sphéricité de la tête ;
- Stade IV : séquestration du fragment central ;
- Stade V : arthrose métatarso-phalangienne.

Les traitements médical et orthopédique sont toujours instaurés de première intention surtout dans les stades de début (I+II) et le traitement chirurgical n'est indiqué qu'après échec de ces derniers ou dans les stades évolués de la maladie.

Les techniques chirurgicales sont nombreuses et varient entre le traitement conservateur et l'arthroplastie totale de la métatarso-phalangienne, la technique choisie doit viser à restituer l'arche d'appui antérieur du pied, l'axe du deuxième rayon et la fonction de l'orteil.

Plusieurs méthodes de fixation de la fermeture de l'ostéotomie ont été décrites dans la littérature comme le cerclage par fil d'acier, les broches temporaires, petite vis, broche résorbable, les agrafes et l'ostéosuture par un fil à résorption lente

Les résultats de notre étude ont confirmé que l'ostéotomie dorsale cunéiforme de flexion intra articulaire reste la technique de référence dans le traitement de la

maladie de Freiberg. Ainsi, la fixation par ostéosuture à résorption lente présente beaucoup d'avantages : peu onéreuse, disponible, moins encombrante, évite l'irritation de tissu sain et la deuxième hospitalisation pour ablation de matériel. A un recul de 22.5 mois nous concluons que l'osteosuture après ostéotomie de Gauthier donne des résultats cliniques et radiologiques satisfaisants, avec amélioration du score d'AOFAS allant de moyens et bons résultats aux bons et excellents résultats.

RESUMES

RESUME

La maladie de FREIBERG ou deuxième maladie de Kohler, est une ostéonécrose aseptique qui touche essentiellement la tête du 2^{ème} métatarsien et qui peut évoluer vers l'instabilité de l'arche antérieure du pied.

Cette étude a été faite à partir des dossiers médicaux du service de traumatologie-orthopédie de l'Hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès

Notre série comporte 14 cas de maladie de FREIBERG et au cours de notre étude nous avons noté les données suivantes :

- ✓ Une prédominance féminine : 11 femmes et 03 homme ;
- ✓ L'âge varie entre 16 et 50 ans (âge moyen de 24ans) ;
- ✓ Le symptôme initial est toujours une métatarsalgie ponctuelle à la marche qui cède par la mise au repos de l'articulation.

Dans notre série, le diagnostic de certitude a été posé grâce la radiographie standard.

Selon la classification de SMILLIE, le stade III est retrouvé dans 03 cas, le stade IV dans 08 cas le stade V dans 02 cas et le stade II chez un seul.

Le traitement chirurgical est réalisé après échec du traitement médical.

Les 14 malades opérés de notre série ont tous bénéficiés d'une ostéosuture après ostéotomie selon la technique décrite par Gauthier.

Avec un recul moyen de 22.5, aussi bien sur le plan clinique que radiologique, nos résultats étaient constamment satisfaisants.

SUMMARY

Freiberg's disease or 2nd Kohler disease is an avascular necrosis affecting mainly the head of 2nd metatarsal and may progress to the instability of the anterior arch of the foot.

This study was made from the medical records of Trauma-Orthopedics Moulay Ismail Meknes military hospital

Our series includes eight cases of disease FREIBERG and during our study we noted the following:

- ✓ A female predominance: 11 women and 03 man;
- ✓ The age varies between 16 and 50 years of age (average age 24 Years);
- ✓ The initial symptom is always metatarsalgia off the march, which Yields by resting the joint.

In our series, the definitive diagnosis has been raised by plain radiography.

According to Smillie's classification, stage III is found in 03 cases, 08 cases in stage IV 02 cases in stage V and stage II in one.

The surgery is performed after failure of medical treatment.

The 14 patients operated in our series have all benefited from an osteosuture after osteotomy using the technique described by Gauthier.

With a mean of 22.5 month, both clinically and radiologically, our results were always satisfactory.

ملخص

ان مرض (فريبيرغ) او مرض (كولر الثاني) هو نخر العظم الطاهر الذي يصيب عادة رأس العظم المشطي الثاني و المتسبب في المراحل المتطورة لتغييرا لقوس الأمامي للرجل. هذه الدراسة تم إنجازها من خلال الملفات الطبية لمصلحة الرضحيات وتقويم العظام بالمستشفى العسكري مولاي اسماعيل بمكناس

لد ينا سلسلة تضم اربعة عشر حالة لمرض (فريبيرغ) وخلال دراستنا لاحظنا ما يلي:

✓ سيادة أنثوية 11 امرأة مقابل 03 رجال

✓ السن يتراوح ما بين 16 و 50 سنة (معدل السن 24 سنة).

✓ الأعراض الأولية عبارة عن ألم من نمط آلي يتوقف بإراحة المفصل المشطي السلامي

في سلسلتنا التشخيص المؤكد قد تم بالتصوير الشعاعي العادي.

وفقا لتصنيف (سمايي) عثرنا على ثلاث حالات في المرحلة الثالثة وعلى ثمان في المرحلة الرابعة

وعلى حالتين في المرحلة الخامسة و حالة واحدة في المرحلة الثانية

العلاج الجراحي تم بعد فشل العلاج الطبي

استفاد المرضى الاربعة عشر جميعا من خياطة العظم بعد من الشق الجراحي باستخدام التقنية التي

وصفها (غوتيه)

بتراجع لمدة 22 شهرا و نصف النتائج كانت مرضية سواء على المستوى السريري أو الإشعاعي.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **FREIBERG AH.**
Infraction of the second metatarsal bone. Surg Gynecol Obstet
1914;19:191–193.
- [2] **Gauthier G, Elbaz**
R. Freiberg's infraction: a subchondral bone fatigue fracture. A
new surgical treatment. Clin Orthop. 1979 Aug;(142):93–5.
- [3] **Kim J, Choi WJ, Park YJ, Lee JW.**
Modified Weil osteotomy for the treatment of Freiberg's disease.
Clin Orthop Surg. 2012 Dec;4(4):300–6.
- [4] **Helix–Giordanino M, Randier E, Frey S, Piclet B, French**
association of foot surgery (AFCP).
Treatment of Freiberg's disease by Gauthier's dorsal cuneiform
osteotomy: Retrospective study of 30 cases. Orthop Traumatol Surg
Res OTSR. 2015 Oct;101(6 Suppl):S221–225.
- [5] **Kinnard P, Lirette R.**
Dorsiflexion osteotomy in Freiberg's disease. Foot Ankle. 1989
Apr;9(5):226–31.
- [6] **Kinnard P, Lirette R.**
Freiberg's disease and dorsiflexion osteotomy. J Bone Joint Surg
Br. 1991 Sep;73(5):864–5
- [7] **Chao KH, Lee CH, Lin LC.**
Surgery for symptomatic Freiberg's disease: extraarticular dorsal
closing–wedge osteotomy in 13 patients followed for 2–4 years. Acta
Orthop Scand. 1999 Oct;70(5):483–6.

- [8] **BRADDOCK GTF.**
Experimental epiphysial injury and Freiberg's disease. J Bone Joint Surg 1959;41-B:154 -159.
- [9] **Plessis C, Brischoux S, Sturtz F, Marcheix P-S.** Les fils résorbables en orthopédie : de l'implantation à la résorption. Rev Chir Orthopédique Traumatol. 2015 Nov 1;101(7):587-92.
- [10] **Singh SK, Jayasekera N, Nazir S, Sharif K, Kashif F.**
Use of a simple suture to stabilize the chevron osteotomy: a prospective study. J Foot Ankle Surg Off Publ Am Coll Foot Ankle Surg. 2004 Oct;43(5):307-11.
- [11] **SMILLIE I S.**
Freiberg's infraction. J Bone Joint Surg 1957; 39-B: 580.
- [12] **Lee SK, Chung MS, Baek GH, Oh JH, Lee YH, Gong HS.**
Treatment of Freiberg disease with intra-articular dorsal wedge osteotomy and absorbable pin fixation. Foot Ankle Int. 2007 Jan;28(1):43-8
- [13] **GERALD A.**
Mandell et Theodore Hark. Scintigraphic manifestation of infraction of the second metatarsal (Freiberg's disease). J Nucl Med 28, 1987: 249- 251.
- [14] **Liszka H, Gądek A.** Comparison of the Type of Fixation of Akin Osteotomy. Foot Ankle Int. 2018 Dec 19;1071100718816052.
- [15] **MARESCA G, ADRIANI E, FALEZ F, MARIANI PP.**
Arthroscopic treatment of bilateral Freiberg's infraction. Arthroscopy 1996; 12:103-108.

[16] **MOSSAD H, EL TAYEBY.**

Freiberg 's infraction : A new chirurgial procedure. The journal of foot & ankle, volume 37, number 1, 1998.

[17] **ANTHONY AND KOLTHOFF.**

Manuel d'anatomie et de physiologie 1978.

[18] **BRIZON J ET CASTAING J.**

les feuillets d'anatomie, fascicule V.

[19] **FRANK H. NETTER, M.D.**

Atlas d'anatomie humaine deuxième édition, 488, 489.

[20] **ROUVIERE H.**

Anatomie humaine descriptive et topographique, 10ème édition
tome III.

[21] **TAVERNIER M.**

L'épiphysite métatarsienne (deuxième maladie de Kohler) son
évolution à longue échéance, déductions thérapeutiques, Lyon le
12 Mars 1942.

[22] **THE FOOT (1995) 5,202-203.**

[23] **AXHAUSEN H.**

Der anatomische Krankheitsablauf bei der kohlerschen und der
Perthchen Krankheit der huftkopf. Arch. Klin. Chir. 1923, 124, 511
542.

[24] **AXHAUSEN H.**

Die Atiologie der kohlerchen Erkrankung. Beitrag Klin. Chir. 1929,
126, 451-476

- [25] **STANLEY D, BETTS RP, ROWLEY DI.**
Smith TW (1990) Assessment of etiologic factors in the development of Freiberg's disease. J Foot Surg 29(5):444-447.
- [26] **MC MASTER M.**
The pathogenesis of hallux rigidus. J Bone Joint Surg Br 1978;60:82-87.
- [27] **WALSH HP, DORGAN JC.**
Etiology of Freiberg's disease: trauma J FootSurg 1988;27:243- 4.
- [28] **WILEY JJ AND THURSTON P.**
Freiberg's disease. J. Bone jojunt Surg. 1981, 63B, 459.
- [29] **BAYLISS NC, KLENERMAN L .**
(1989) Avascular necrosis of lesser metatarsal heads following fore foot surgery. Foot Ankle 10:124-128.
- [30] **PITTETL, BARBIER.**
Imagerie des métatarsalgies. Rhumatologie, 1995, 47, 91-93.
- [31] **SMILLIE I.**
Freiberg's infarction (Kohler's second disease). J Bone Joint Surg 1955;39B:580.
- [32] **GAUTHIER G, ELBAZ R.**
A subchondral bone fracture: a new surgical treatment. Clin Orthop 1979;142:93-95.
- [33] **THOMPSON F, HAMILTON W.**
Problems of the second metatarsophalangeal joint. Orthopaedics 1987;10:83-89.

- [34] **DUFOUR M, ROMANI M, GHERZI A, LA VIEILLE J, SENBEL E, ROUX H.**
Les ostéonécroses aseptiques ou avasculaires (ONA). Imagerie par résonance magnétique nucléaire et rhumatologie, 2ème éd, Paris documenta Geigy, 1991 pp 148–179.
- [35] **MANGIN P.**
Contribution à l'étude de la maladie de Freiberg, intérêt de la chirurgie reconstructive dans les stades avancés. Thèse de Doctorat en médecine, Nancy I, 1983
- [36] **RENANDER A.**
Two cases of typical osteo–chondropathy of the medial sesamoid bone of the first metatarsal. Acta Radiol 1924 ; 3 : 521–527.
- [37] **DOURY P.**
Les métatarsalgies autres que statiques. Rhumatologie, 1995, 47, 3, 73–77.
- [38] **CLAUSTRE J, SIMON L.**
Les métatarsalgies statiques. Paris, Masson, 1990 ,169–177.
- [39] **LEGARTH E, JENSEN ET DE CARVALHO A.**
A normal variant simulating Freiberg disease. Acta radiologica 28 51987) Fasc 1.
- [40] **DAVID A KATCHERIAN.**
Treatment of Freiberg's disease. Foot and ankle injuries in sports, Vol 25 N°1 January 1994.

- [41] **SMITH TW, STANLEY D, ROWLEY DI.**
Treatment of Freiberg's disease: a new operative technique. J
Bone Joint Surg Br 73:129 –130, 1991.
- [42] **DANIEL G.ESM K.P.**
Traitement podologique de la maladie de Freiberg. Feuillet de
technologie de S.O.
- [43] **KEHR LE.**
A new surgical technique for the treatment of Freiberg's disease. J
Am Podiatry Assoc (1982)72:130–134.
- [44] **SMILLIE IS.**
Treatment of Freiberg's infraction. Proc R Soc Lond 1967;60:29
31
- [45] **PELTRE G.**
Delagoutte JP (1990) Résultats de l'intervention de Gauthier dans
le traitement de la maladie de Freiberg. In: Les métatarsalgies
statiques. J. Claustre, L. Simon, Ph Alaux. Elsevier Masson.
- [46] **BORDELON RL**
Silicone implant for Freiberg's disease. South Med J
1977;70:1002–1004.
- [47] **DOLCE M.A, OSHER L.B, MCENEANEY P.C, PRINS D.B.**
The use of surgical core decompression as treatment for avascular
necrosis of the second and third metatarsal heads. The Foot
2007; 17: 162–6.

- [48] **GAUTHIER G.**
La Maladie de Freiberg. In Cahiers Ens. SOFCOT. 1996, 54, 139
152.
- [49] **VALTIN B.:**
Les ostéotomies du col du 2^{ème} métatarsien type Gauthier dans
le syndrome de surcharge du 2^{ème} rayon. Méd. Chir. Pied.1995,
11, 3, 155– 158.
- [50] **BAROUK L.S.**
Nouvelles ostéotomies de l'avant pied. Description. Insertion dans
un concept thérapeutique global. In cahiers Ens. SOFCOT, 1996,
54, 55–84.
- [51] **GAUTHIER G.**
La Maladie de Freiberg ou 2^é maladie de Kohler. Proposition d'un
traitement de reconstruction au stade évolué de l'affection. In
48^{ème} réunion annuelle de la SOFCOT, Rev. Chir. Orthop., 1974,
60, suppl II, 337–342
- [52] **SMILLIE I.**
Freiberg infraction. JBJS, 1927, 39B, 580.
- [53] **DECONINCK J.P.**
La maladie de Freiberg ou ostéonécrose aseptique des têtes
métatarsiennes. Université Claude Bernard, Lyon A propos de 47
cas opérés.

- [54] **DELAGOUTTE JP.**
Considération sur les métatarsalgies statiques. Rev. Prat., 1981;
31;15, 1061-6.
- [55] **KINNARD P.**
Lirette R.: Freiberg's disease and dorsiflexion osteotomy.
JBJS, 1991, 73, 5, 864-5.
- [56] **Kim J, Choi W, Yoo P, Lee J.**
Modifed weil osteotomy for the treatment of freiberg's disease
clinics in the treatment of late-stage freiberg's disease. Foot and
Ankle Surgery. 2013 ; 19 : 234 238 .
- [57] **Issouani H**
La maladie de Freiberg à propos de 6 cas ; thèse de médecine ;
Faculté de médecine et de pharmacie de fes 2013.
- [58] **A. Mendes, E. Mendes, J. Alves, C. Teles.**
Freiberg's disease (koehler) Revision of 52 patients at a late
stage submitted to Gauthier's operation the foot. 1993; 3, 114-6.
- [59] **Ben Dali N, Sghaier B, Belcadhi Z, Haddad N, Kanoun M.L,
KraiemH et al.** resultats de l'osteotomie cuneiforme dorsale de
flexion dans le traitement de la maladie de Freiberg. Tunisie
Orthopédique. 2008 ; 1 : 35-40.