

ANDRIAMALALA AinaTsiory

**FIXATEURS EXTERNES ET PLAIES PAR BALLE : TRAITEMENT
DEFINITIF DES FRACTURES OUVERTES**

Thèse de Doctorat en Médecine

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

FACULTE DE MEDECINE

ANNEE : 2012

N°: 8311

**FIXATEURS EXTERNES ET PLAIES PAR BALLE : TRAITEMENT DEFINITIF
DES FRACTURES OUVERTES**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le 09/ 07/ 2012 à Antananarivo

Par

Monsieur ANDRIAMALALA AinaTsiory

Né le 09 Mars 1984

Pour obtenir le grade de **DOCTEUR EN MEDECINE**

(Diplôme d'Etat)

Directeur : Professeur RAZAFIMAHANDRY Henri Jean Claude

MEMBRES DU JURY :

Président : Professeur RAZAFIMAHANDRY Henri Jean Claude

Juges : Professeur SAMISON Luc Hervé
: Professeur ANDRIAMANARIVO Mamy Lalatiana

Rapporteur : Docteur RANDRIAMBOLOLONA Veromboahangy Holinirina



FACULTE DE MEDECINE

TEL/Fax : 2227704- : BP.375 Antananarivo

E – mail : facultedemedecine_antananarivo@yahoo.fr

I. CONSEIL DE DIRECTION

A. DOYEN

B. CHARGE DE MISSION

C. VICE- DOYENS

- Appui à la Pédagogie et Recherche
- Relations Internationales

-Scolarité

* 1^{er} et 2nd cycles

* 3^{ème} Cycle court :

Stage interné, examen clinique et thèses

- TéléEnseignement, Communication, LMD,
Ecole Doctorale et Formation Continue

-Troisième Cycle Long :

Agrégation, Clinicat, Internat Qualifiant

Diplôme Universitaire, Diplôme Inter Universitaire

D. SECRETAIRE PRINCIPAL

Responsable de l'Administration, Finances et
Sécurité au travail

M. RAPELANORO RABENJA Fahafahantsoa

M. RAJAONARIVELO Paul

M. RAKOTOMANGA Jean de Dieu Marie

M. SAMISON Luc Hervé

M. RAMANAMPAMONJY Rado Manitrana

M. RANDRIAMAROTIA Harilalaina Willy Franck

M. RANDRIANJAFISAMINDRANDRAKOTROKA
Nantenaina Soa

M. RAKOTO RATSIMBA Hery Nirina

M. SAMISON Luc Hervé

Mme ROBINSON Annick Lalaina

Mme. RASOARIMANALINARIVO Sahondra H

II. CONSEIL D'ETABLISSEMENT

PRESIDENT

Mme RAVELOMANANA RAZAFIARIVAO Noëline

III. CHEFS DE DEPARTEMENT

Biologie

Chirurgie

Médecine

Mère et Enfant

Pharmacie

Santé Publique

Sciences Fondamentales et Mixtes

Tête et cou

Vétérinaire

Pr RAKOTO ALSON Aimée Olivat

Pr RAVALISOA Marie Lydia Agnès

Pr RANDRIA Mamy Jean de Dieu

Pr RAOBIJAONA Solofoniaina Honoré

M. RANDRIANJAFISAMINDRANDRAKOTROKA
Nantenaina Soa

Pr RAKOTOMANGA Jean de Dieu Marie

Pr AHMAD Ahmad

Pr ANDRIAMAMONJY Clément

Pr RATSIMBAZAFIMAHEFA
RAHANTALALAO Henriette

IV. CONSEIL SCIENTIFIQUE

PRESIDENT

M. RAPELANORO RABENJA Fahafahantso

V. COLLEGE DES ENSEIGNANTS

A. PRESIDENT

Pr. RANDRIANJAFISAMINDRANDRAKOTROKA
Nantenaina Soa

B- ENSEIGNANTS PERMANENTS

B.1.PROFESSEURS TITULAIRES D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE RECHERCHE

DEPARTEMENT BIOLOGIE

Immunologie

Pr. RANDRIASAMINDRAKOTROKA Andry

DEPARTEMENT MEDECINE ET SPECIALISTES MEDICALES

Dermatologie

Pr. RAPELANORO RABENJA Fahafahantsoa

Endocrinologie et métabolisme

Pr. RAMAHANDRIDONA Georges

Néphrologie

Pr. RAJAONARIVELO Paul
Pr. RABENANTOANDRO Rakotomanantsoa

Neurologie

Pr. TEHINDRAZANARIVELO Djacoba Alain

Pneumologie- Phtisiologie

Pr. ANDRIANARISOA Ange

DEPARTEMENT MERE ET ENFANT

Pédiatrie néonatale

Pr. RANDRIANASOLO Olivier

Pédiatrie

Pr. RAVELOMANANA RAZAFIARIVAO Noëline

DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE

Administration et Gestion Sanitaire

Pr. RATSIMBAZAFIMAHEFA RAHANTALALAO
Henriette

Education pour la santé

Pr. ANDRIAMANALINA Nirina Razafindrakoto

Santé Communautaire

Pr. RANDRIANARIMANANA Dieudonné

Santé familiale

Pr. RANDJALAHY RASOLOFOMANANA Justin

Statistiques et Epidémiologie

Pr. RAKOTOMANGA Jean de Dieu Marie

DEPARTEMENT SCIENCES FONDAMENTALES ET MIXTES

Anatomie Pathologique

Pr. RANDRIANJAFISAMINDRANDRAKOTROKA
Nantenaina Soa

Anesthésie –Réanimation

Pr. RANDRIAMIARANA Mialimanana Joël

DEPARTEMENT TETE ET COU

Ophtalmologie

Pr. ANDRIANTSOA RASOAVELONORO Violette
Pr. BERNARDIN Prisca

Stomatologie

Pr. RAKOTOVAO Joseph Dieudonné

B.2. PROFESSEURS D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE RECHERCHE

DEPARTEMENT BIOLOGIE

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Biochimie | Pr. RANAIVO HARISOA Lala |
| Hématologie Biologique | Pr. RAKOTO ALSON Aimée Olivat |
| Parasitologie | Pr. RAZANAKOLONA Lala Rasoamialy Soa |

DEPARTEMENT CHIRURGIE

| | |
|-----------------------------|---|
| Chirurgie Cardio-Vasculaire | Pr. RAVELOSOA Marie Lydia Agnès |
| Chirurgie Générale | Pr. RAKOTO – RATSIMBA Hery Nirina |
| Chirurgie Pédiatrique | Pr. ANDRIAMANARIVO Mamy Latatiana |
| Chirurgie Thoracique | Pr. RAKOTOVAO Hanitrana Jean Louis |
| Chirurgie Viscérale | Pr. SAMISON Luc Hervé Pr. RAKOTOARIJAONA Armand |
| Orthopédie Traumatologie | Pr. RAZAFIMAHANDRY Henri Jean Claude Pr. SOLOFOMALALA Gaëtan Duval |
| Urologie Andrologie | Pr. RANTOMALALA Harinirina Yoël Honora |

DEPARTEMENT MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES

| | |
|------------------------------------|--|
| Cardiologie | Pr. RABEARIVONY Nirina |
| Hépatogastro-entérologie | Pr. RAMANAMPAMONJY Rado Manitrana |
| Maladies Infectieuses | Pr. RANDRIA Mamy Jean de Dieu |
| Néphrologie | Pr. RANDRIAMAROTIA Harilalaina Willy Franck |
| Psychiatrie | Pr. RAHARIVELO Adeline Pr. RAJAONARISON Bertille Hortense |
| Radiothérapie – Oncologie Médicale | Pr. RAFARAMINO RAZAKANDRAINA Florine |

DEPARTEMENT MERE ET ENFANT

| | |
|-------------------------|---|
| Gynécologie Obstétrique | Pr. ANDRIANAMPANALINARIVO HERY Rakotovo |
| Pédiatrie | Pr. ROBINSON Annick Lalaina |

DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE

| | |
|---------------------------|------------------------|
| Nutrition et Alimentation | Pr. ANDRIANASOLO Roger |
|---------------------------|------------------------|

DEPARTEMENT SCIENCES FONDAMENTALES ET MIXTES

| | |
|--------------------------------------|--|
| Radiodiagnostic et Imagerie Médicale | Pr. AHMAD Ahmad |
| Physiologie | Pr. RAKOTOAMBININA Andriamahery Benjamin |

DEPARTEMENT TETE ET COU

| | |
|---|---|
| Neuro – Chirurgie | Pr. ANDRIAMAMONJY Clément Pr. RABARIJAONA Mamiarisoa |
| Stomatologie et Chirurgie Maxillo – Faciale | Pr. RAZAFINDRABE John Alberto Bam |

DEPARTEMENT VETERINAIRE

| | |
|---------------|-----------------------|
| Pharmacologie | Pr. RAFATRO Herintsoa |
|---------------|-----------------------|

B. 3. MAITRES DE CONFERENCES

DEPARTEMENT MERE ET ENFANT

-Obstétrique

Dr. RAZAKAMANIRAKA Joseph

DEPARTEMENT SANTE PUBLIQUE

-Santé Publique

Dr. RANDRIAMANJAKA Jean Rémi

DEPARTEMENT VETERINAIRE

-Bactériologie, Virologie, Maladie Infectieuses

Dr. RAJAONARISON Jean Joseph

- Sciences Ecologiques, Vétérinaires Agronomiques
et Biologieneries

Dr. RAHARISON Fidiniana Sahondra

DEPARTEMENT PHARMACIE

-Pharmacologie Générale

Dr. RAMANITRAHASIMBOLA David

- Pharmacognosie

Dr. RAOELISON Emmanuel Guy

- Biochimie Toxicologie

Dr. RAJEMIARIMOELISOA Clara

- Chimie Organique et Analytique

Dr. RAKOTONDRAMANANA Andriamahavola
Dina Louisino

B.4. ASSISTANTS

DEPARTEMENT VETERINAIRE

-Virologie

Dr. KOKO

- Technologie

Dr. RAHARIMALALA Edwige Marie Julie

DEPARTEMENT PHARMACIE

-Procédés de Production, Contrôle et Qualité des
Produits de Santé

Dr. RAVELOJAONA RATSIMBAZAFIMAHEFA
Hanitra Myriam

C. ENSEIGNANTS NON PERMANENTS

C.1. PROFESSEURS EMERITES

Pr ANDRIAMBAO Damasy
Pr. ANDRINANDRASANA Arthur
Pr. ANDRIANJATOVO Joseph
Pr. AUBRY Pierre
Pr. FIDISON Augustin
Pr. GIZY Ratiambahoaka Daniel
Pr. KAPISY Jules Flaubert
Pr. RABARIOELINA Lala
Pr. RABENANTOANDRO Casimir
Pr. RABETALIANA Désiré
Pr. RADESA François de Sales
Pr. RAHARIJAONA Vincent Marie
Pr. RAJAONA Hyacinthe
Pr. RAKOTOMANGA Robert

Pr. RAKOTOMANGA Samuel
Pr. RAKOTO – RATSIMAMANGA S.U
Pr. RAKOTOZAFY Georges
Pr. RAMAKAVELO Maurice Philippe
Pr. RAMONJA Jean Marie
Pr. RANDRIAMAMPANDRY
Pr. RANDRIAMBOLOLONA Aimée
Pr. RANDRIAARIMANGA Ratsiatery Honoré Blaise
Pr. RASOLOFONDRABE Aimée
Pr. RATOVO Fortunat
Pr. RATSIVALAKA Razafy
Pr. RAZANAMPARANY Marcel
Pr. ZAFY Albert

C.2. CHARGE D'ENSEIGNEMENT

DEPARTEMENT CHIRURGIE

-Chirurgie Générale

Pr. RAVELOSON Jean Roger

DEPARTEMENT MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES

-Cardiologie

Pr. RAKOTOARIMANANA Solofonirina

DEPARTEMENT TETE ET COU

-ORL et Chirurgie Cervico – Faciale

Pr. RAKOTO Fanomezantsoa Andriamparany

VI. SERVICES ADMINISTRATIFS

SECRETAIRE PRINCIPAL

Mme. RASOARIMANALINARIVO Sahondra H.

CHEFS DE SERVICES

SERVICE DES AFFAIRES FINANCIERS

M. RANDRIARIMANGA Henri

LABORATOIRE D'APPUI A LA RECHERCHE

M. RAZAFINDRAKOTO Willy Robin

ET TECHNOLOGIE DE L'INFORMATION
ET DE LA COMMUNICATION (LARTIC)

RESSOURCES HUMAINES

Mme. RAKOTOARIVELO Harimalala F.

SCOLARITE

Mme. SOLOFOSAONA R. Sahondranirina

TROISIEME CYCLE LONG

Mme. RANIRISOA Voahangy

VII. IN MEMORIAM

Pr. RAMAHANDRIAVELO Johnson
Pr. RAJAONERA Frédéric
Pr. ANDRIAMASOMANANA Veloson
Pr. RAKOTOSON Lucette
Pr. ANDRIANJATOVO RARISOA Jeannette
Dr. RAMAROKOTO Razafindramboa
Pr. RAKOTOBÉ Alfred
Pr. ANDRIAMIANDRA Aristide
Dr. RAKOTONANAHARY
Pr. ANDRIANTSEHENO Raphaël
Pr. RANDRIAMBOLOLONA Robin
Pr. RAMANANIRINA Clarisse
Pr. RALANTOARITSIMBA Zhouder
Pr. RANIVOALISON Denys
Pr. RAKOTOVAO Rivo Andriamiadana
Pr. RAVELOJAONA Hubert
Pr. ANDRIAMAMPIHANTONA Emmanuel
Pr. RANDRIANONIMANDIMBY Jérôme
Pr. RAKOTONIAINA Patrice

Pr. RAKOTO- RATSIMAMANGA Albert
Pr. RANDRIANARISOLO Raymond
Dr. RABEDASY Henri
Pr. MAHAZOASY Ernest
Pr. RATSIFANDRIHAMANANA Bernard
Pr. RAZAFINTSALAMA Charles
Pr. RANAIVOARISON Milson Jérôme
Pr. RASOLONJATOVO Andriananja Pierre
Pr. MANAMBELONA Justin
Pr. RAZAKASOA Armand Emile
Pr. RAMIALIHARISOA Angéline
Pr. RAKOTOBÉ Pascal
Pr. RANAIVOZANANY Andrianady
Pr. RANDRIANARIVO
Pr. RAKOTOARIMANANA Denis Roland
Pr. ANDRIAMANANTSARA Lambosoa
Pr. RAHAROLAHY Dhels
Pr. ANDRIANJATOVO Jean José
Pr. ANDRIANAIVO Paul Armand

DEDICACES

JE DEDIE CETTE THESE

A DIEU TOUT PUISSANT,

« Je t'instruirai et te montrerai la voie à suivre». Psaumes 32 : 8a

A mes très chers parents,

Merci pour tous les efforts et sacrifices que vous avez consentis pour vos enfants

Merci pour tous les encouragements affectueux jusqu'au bout, les soutiens moraux que vous avez toujours apportés durant mes études.

Veuillez trouver, ici, ma profonde reconnaissance.

Que DIEU vous bénisse et vous accorde une longue vie !

A ma sœur,

En guise de reconnaissance pour tes encouragements, ton aide précieuse et ton soutien qui ont été à l'origine de ma réussite.

Toutes mes affections bien sincères !

A toute ma famille,

Ma gratitude !

A mes amis (es)

En souvenir des années passées ensemble.

Mes vifs remerciements !

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE THESE

Monsieur le Docteur RAZAFIMAHANDRY Henri Jean Claude

Professeur Agrégé d'Orthopédie Traumatologie

Enseignant – chercheur à l'Université d'Antananarivo

Praticien Hospitalier au service de Traumatologie de l'Hôpital Joseph

RavoahangyAndrianavalona.

Vous nous faites l'honneur en acceptant, avec gentillesse, de diriger et de présider le Jury de ce mémoire. Nous vous témoignons notre profonde gratitude pour l'enseignement et la formation dont nous avons bénéficié.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre respectueuse reconnaissance.

A NOS MAITRES ET HONORABLES JUGES

Monsieur le Docteur SAMISON Luc Hervé

Professeur Agrégé de Chirurgie Générale

Enseignant – chercheur à l’Université d’Antananarivo

Praticien Hospitalier au service de Chirurgie Viscérale de l’Hôpital Joseph
RavoahangyAndrianavalona.

Monsieur le Docteur ANDRIAMANARIVO Mamy Lalatiana

Professeur Agrégé de Chirurgie Infantile

Enseignant – chercheur à l’Université d’Antananarivo

Praticien Hospitalier au service de Chirurgie Infantile de l’Hôpital Joseph
RavoahangyAndrianavalona.

Vous avez aimablement accepté de faire partie des membres du jury malgré vos multiples occupations. Veuillez recevoir nos vifs remerciements et l’expression de notre sincère reconnaissance!

A NOTRE MAITRE ET RAPPORTEUR DE THESE

Madame le Docteur RANDRIAMBOLOLONA VeromboahangyHolinirina

Spécialiste en Chirurgie Générale

Nous avons trouvé auprès de vous un accueil bienveillant et de précieux conseils au cours de la réalisation de cette thèse. Soyez assurée de notre profonde estime et de nos remerciements les plus sincères.

**A NOTRE MAITRE ET DOYEN DE LA FACULTE DE MEDECINE
D'ANTANANARIVO**

Monsieur le Professeur RAPELANORO RABENJA Fahafahantsoa

« Nos hommages les plus respectueux »

A NOS MAITRES DE LA FACULTE DE MEDECINE ET DES HOPITAUX

*« Nos respectueux remerciements en reconnaissance de l'enseignement que vous
nous avez prodigué pendant ces longues années »*

**A TOUT LE PERSONNEL ADMINISTRATIF ET TECHNIQUE DE LA
FACULTE DE MEDECINE D'ANTANANARIVO**

« Nos sincères remerciements »

**A TOUT LES MEDECINS ET PERSONNEL DE L'USFR EN
TRAUMATAULOGIE-ORTHOPEDIE DE L'HJRA**

« Notre reconnaissance pour votre collaboration »

**A TOUS LES ENSEIGNANTS DURANT MES ETUDES PRIMAIRES ET
SECONDAIRES**

« Nos remerciements bien sincères »

**A TOUS CEUX QUI ONT CONTRIBUE DE PRES OU DE LOIN A LA
REALISATION DE CE TRAVAIL**

« Nos remerciements infinis »

SOMMAIRE

SOMMAIRE

Pages

| | |
|---|----------|
| INTRODUCTION..... | 1 |
| PREMIERE PARTIE | |
| I. RAPPELS | 2 |
| I.1. RAPPELS SUR LES FRACTURES OUVERTES..... | 2 |
| I.1.1 Définition | 2 |
| I.1.2. Mécanismes..... | 2 |
| I.1.2.1. Choc direct | 2 |
| I.1.2.2. Ouverture de dedans en dehors | 2 |
| I.1.2.3. Traumatisme tangentiel..... | 2 |
| I.1.2.4. Arme à feu..... | 3 |
| I.1.2.5. Ouverture cutanée en milieu septique | 3 |
| I.1.2.6. Energie du traumatisme..... | 3 |
| I.1.3. Anatomie pathologique | 3 |
| I.1.3.1. Les lésions cutanées | 3 |
| I.1.3.2. Les lésions musculaires..... | 5 |
| I.1.3.3. Les lésions vasculo-nerveuses..... | 6 |
| I.1.3.4. Les lésions osseuses | 6 |
| I.1.4. Traitement | 7 |
| I.1.4.1. Buts | 7 |
| I.1.4.2. Moyens | 8 |
| I.1.4.3. Indications | 8 |

| | |
|---|----|
| I.1.4.4. Surveillance..... | 9 |
| I.2. RAPPELS SUR LES PLAIES PAR BALLES | 9 |
| I.2.1. Eléments de balistique | 9 |
| I.2.1.1. Les armes de poing..... | 10 |
| I.2.1.2. Les armes d'épaule..... | 10 |
| I.2.2. Spécificités des plaies par balles | 10 |
| I.2.2.1. Orifice d'entrée | 12 |
| I.2.2.2. Trajet | 13 |
| I.2.2.3. Orifice de sortie..... | 14 |
| I.2.2.4. Principes thérapeutiques..... | 14 |
| I.3. RAPPELS SUR LES FIXATEURS | 15 |
| I.3.1. Historique des fixateurs externes | 15 |
| I.3.1.1. Les premiers fixateurs externes..... | 15 |
| I.3.1.2. Evolution | 16 |
| I.3.2. Indications des fixateurs externes | 20 |
| I.3.3. Conception de la fixation externe | 21 |
| I.3.3.1. Type de montage | 21 |
| I.3.3.2. Durée de la fixation | 21 |
| I.3.4. Particularités de la mise en place | 22 |
| I.3.5. Complications | 25 |
| I.3.5.1. Complications préopératoires..... | 25 |
| I.3.5.2. Complications évolutives | 25 |

DEUXIEME PARTIE

| | |
|---|-----------|
| II. PATIENTS ET METHODES | 27 |
| II.1. Type d'étude | 27 |
| II.2. Lieu d'étude | 27 |
| II.3. Période d'étude | 28 |
| II.4. Critères d'inclusion..... | 28 |
| II.5. Critères d'exclusion | 28 |
| II.6. Variables analysées..... | 29 |
| III. RESULTATS | 30 |
| III.1. Fréquence | 30 |
| III.2. Age | 30 |
| III.3. Sexe | 30 |
| III.4. Mécanisme lésionnel | 30 |
| III.5. Indication des fixateurs externes selon la classification de Gustilo | 30 |
| III.6. Segment de membre intéressé | 34 |
| III.7. Types de fixateur externe utilisé..... | 34 |
| III.8. Délai de mise en place des fixateurs..... | 34 |
| III.9. Evolution | 34 |
| III.9.1. Evolution à court et moyen termes..... | 34 |
| III.9.1.1. Evolution favorable | 36 |
| III.9.1.2. Complications..... | 39 |
| III.9.2. Evolution à long terme | 39 |

TROISIEME PARTIE

| | |
|--|----|
| IV. DISCUSSION | 43 |
| IV.1. Epidémiologie | 43 |
| IV.1.1. Fréquence | 43 |
| IV.1.2. Age et sexe | 44 |
| IV.2. Mécanisme lésionnel | 45 |
| IV.3. Indication des fixateurs externes selon la classification de Gustilo | 45 |
| IV.4. Segment de membre intéressé | 45 |
| IV.5. Types de fixateur externe utilisé | 46 |
| IV.6. Délai de mise en place du fixateur | 50 |
| IV.7.Evolution | 50 |
| V. SUGGESTIONS | 54 |
| V.1. A l’endroit de la population..... | 54 |
| V.2. A l’endroit des personnels de santé | 54 |
| V.3. A l’endroit de l’état..... | 55 |

| | |
|-------------------------|----|
| CONCLUSION | 57 |
|-------------------------|----|

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES TABLEAUX

| | Pages |
|--|-------|
| Tableau 1 : Répartition des patients selon les tranches d'âge | 31 |
| Tableau 2 : Répartition des patients selon le sexe | 32 |
| Tableau 3 : Répartition des lésions selon la classification de Gustilo | 35 |
| Tableau 4 : Répartition selon le segment de membre intéressé | 36 |
| Tableau 5: Répartition selon le délai de mise en place des fixateurs externes | 38 |
| Tableau 6: Répartition selon l'évolution | 42 |
| Tableau 7: Tableau comparatif des segments des membres atteints | 47 |
| Tableau 8: Tableau comparatif des délais de prise en charge | 51 |
| Tableau 9: Tableau comparatif des complications | 53 |

LISTE DES FIGURES

| | Pages |
|--|--------------|
| Figure 1 : Classification de DUPARC et CAUCHOIX | 4 |
| Figure 2 : Armes de poing | 11 |
| Figure 3 : Evolution de la fixation externe depuis Malgaigne jusqu'à l'Orthofix [®] | 17 |
| Figure 4 : Principaux fixateurs à deux éléments | 18 |
| Figure 5 : Principaux fixateurs à trois éléments | 19 |
| Figure 6: Mise en place des fiches diaphysaires | 23 |
| Figure 7 : Influence de la distance os-fixateur sur la stabilité du montage | 24 |
| Figure 8 :Fracture ouverte de la jambe GustiloIIIa | 33 |
| Figure 9 : Répartition selon le type de fixateur externe utilisé: | 37 |
| Figure 10 : Evolution favorable d'une fracture ouverte de la jambe Gustilo III | 40 |
| Figure 11 : Ostéosynthèse interne par plaque vissée secondaire | 41 |

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

ARC : Accident à Responsabilité Civile

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

FE : Fixateur Externe

HJRA : Hôpital Joseph RavoahangyAndrianavalona

USFR : Unité de Soins de Formation et de Recherche

FESSA : Fixateur Externe du Service de Sante des Armées

E: Energie

m : Masse

V : Vitesse

cm : Centimètre

m² : Mètre carré

< : Inférieur à

%: Pourcentage

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les traumatismes balistiques sont autant une pathologie du temps de guerre que du temps de paix. Plus que l'arme, c'est l'organe blessé qui fait la gravité du traumatisme balistique (1).

Le traitement des fractures ouvertes dans le cadre des plaies par balle, urgences bien connues de traumatologie, pose encore quelques problèmes dans nos pays en développement.

Le Professeur Cauchoix insistait sur l'importance dans le pronostic de ces fractures, du traitement initial qui se doit d'être précoce et complet (2). Celui-ci comprend, outre le parage de la plaie et des parties molles, la stabilisation osseuse et la fermeture cutanée.

La fixation externe est une méthode qui assure la stabilité d'un ou de plusieurs segments osseux par la mise en place de fiches raccordées à l'extérieur à des appareils mécaniques. De ce fait, elle constitue une arme de choix pour le traitement des traumatismes balistiques des membres (3).

A notre connaissance, aucune étude n'a encore été faite sur l'utilisation des fixateurs externes comme traitement définitif des fractures ouvertes par traumatismes balistiques à Madagascar, ce qui a motivé notre travail.

Notre objectif est d'en analyser les lésions rencontrées, les différents types de fixateurs externes utilisés et leurs indications respectives ainsi que les résultats obtenus, tout ceci dans le cadre des plaies par balle.

Notre travail comprendra trois grandes parties :

- une première partie consacrée aux rappels
- une deuxième partie concernant les patients et méthodes ainsi que les résultats obtenus
- une troisième partie sur la discussion et les suggestions.

Une conclusion clôturera notre étude.

PREMIERE PARTIE

I-RAPPELS

I-1 RAPPELS SUR LES FRACTURES OUVERTES

I-1-1 Définition

Une fracture ouverte se définit par l'existence d'une communication entre l'extérieur et le foyer fracturaire (2).

C'est une affection grave pouvant mettre en jeu le pronostic :

- vital par l'exsanguination ou les complications septicémiques
- du membre par les séquelles fonctionnelles importantes et le risque d'amputation à plus ou moins long terme.

I-1-2- Mécanismes

I-1-2-1. Choc direct

Sur les fractures transversales, c'est l'écrasement. On redoute alors une extension de la lésion par nécrose secondaire (2).

I-1-2-2. Ouverture de dedans en dehors

Elle concerne les fractures obliques et spiroïdes (4). C'est l'os qui vient déchirer la peau. Il y a peu de souillure osseuse. C'est une lésion de bon pronostic.

I-1-2-3. Traumatisme tangentiel

Il y a décollement sus-aponévrotique de type dégantage circulaire. La lésion peut s'étendre secondairement de manière importante.

I-1-2-4. Arme à feu

La lésion est propre mais correspond à une brûlure dont les limites sont difficiles à déterminer initialement.

I-1-2-5. Ouverture cutanée en milieu septique

La souillure est grave d'emblée avec un inoculum bactérien important.

I-1-2-6. Energie du traumatisme

L'importance de l'énergie est évaluée par la classification de BYRD(5) :

- Classe I : Le traumatisme est de faible énergie. La peau est le seul élément lésé des parties molles.
- Classe II : Le traumatisme est de moyenne énergie. La lésion cutanée est inférieure à 2 cm et les muscles sont intacts.
- Classe III : Le traumatisme est de haute énergie avec existence d'une comminution osseuse avec attrition musculaire.
- Classe IV : Le traumatisme est de très haute énergie. Il y a une dévitalisation de l'os, de la peau et des muscles nécessitant une réparation en urgence

I-1-3. Anatomie pathologique

Elle décrit les lésions cutanées, osseuses, musculaires et vasculaires(6) (7).

I-1-3-1-Les lésions cutanées

Cauchoux et Duparc ont individualisé trois types d'ouverture cutanée(7). Leur classification est la suivante (Figure 1) :



Type I

Type II

Type III

Figure 1 : Classification de **Cauchoux et Duparc** (DUPARC) (7)

Type I:

Il s'agit de plaies sans décollement ni contusion qui peuvent être suturées sans tension (ouverture punctiforme). Vuées précocement, leur pronostic est comparable à celui des fractures fermées.

Type II

Il existe un risque de nécrose cutanée secondaire après suture.

La suture peut se faire sous tension mais les lambeaux et les décollements sont à vitalité incertaine

Type III:

Il existe une perte de substance cutanée, avant ou après parage. La suture cutanée est impossible.

Cette classification est simple mais ne tient pas compte des lésions vasculaires, osseuses et des parties molles.

I-1-3-2- Les lésions musculaires

Elles sont difficiles à évaluer, le bilan musculaire et aponévrotique sera fait en peropératoire.

La destruction des masses musculaires est responsable d'exposition du foyer de fracture et d'ischémie osseuse compromettant la consolidation des foyers(8).

Les lésions sont très variables. Il peut s'agir :

- d'attrition musculaire localisée,
- de broiement musculaire avec dilacération,
- de lésions musculaires à aponévrose ouverte ou
- de lésions musculaires à aponévrose fermée pouvant être responsables d'un hématome compressif ou d'un œdème entraînant un syndrome de loge. La règle est ainsi d'ouvrir largement toutes les aponévroses.

I-1-3-3. Les lésions vasculo-nerveuses

Pour les lésions artérielles, on distingue les ischémies transitoires des ischémies persistantes.

L'ischémie brutale est plus grave chez le sujet jeune qui présente souvent un réseau collatéral de suppléance peu développé.

Pour les lésions nerveuses, deux classifications peuvent être énumérées (9):

La classification de SEDDON :

- Classe I : il s'agit d'une neuropraxie caractérisée par un arrêt de la conduction axonique avec récupération rapide.
- Classe II : il s'agit d'un axonotmésis avec section de l'axone et perte de conduction prolongée.
- Classe III : il s'agit d'un neurotmésis avec section du nerf et perte de conduction définitive.

La classification de SUNDERLAND :

- Classe I : l'axone est intact.
- Classe II : il s'agit d'une section de l'axone mais avec continuité des enveloppes.
- Classe III : le tube endoneural est lésé mais la gaine fasciculaire est intacte.
- Classe IV : la gaine fasciculaire est lésée mais l'épimèvre est intact.
- Classe V : il s'agit d'une section complète du nerf.

Ces classifications ne peuvent être utilisées avec certitude qu'après évolution.

I-1-3-4- Les lésions osseuses

Tous les types de fractures peuvent se voir :

- Transversale, oblique, spiroïde, fracture bifocale,
- Communication, perte de substance osseuse,
- Dépériostage,
- Fracture sous périostée chez l'enfant inférieur à 15ans,
- Fracture déplacée ou non déplacée.

La classification de **Gustilo** est la plus complète (10) :

- Type I :

Il s'agit d'une plaie d'une longueur inférieure à un cm, sans grosse contamination, habituellement de "dedans en dehors" avec faibles dégâts des tissus mous et aucun signe en faveur d'un écrasement, la fracture est relativement simple sans grande comminution.

- Type II :

Il s'agit d'une plaie d'une longueur supérieure à un cm mais pas de dégâts importants des tissus mous, avec blessure écrasante faible à modérée, de comminution et de contaminations moyennes.

- Type III :

Il s'agit d'importants dégâts des tissus mous avec forte contamination et fracture comminutive instable. Il existe trois sous types :

- ★ IIIA : il s'agit d'une attrition des parties molles (un recouvrement adéquat des tissus mous est possible).
- ★ IIIB : il s'agit d'une perte de substance étendue avec dépériostage (avec os exposé à nu et sévère comminution, un lambeau local ou libre est nécessaire pour recouvrir).
- ★ IIIC : il s'agit d'une lésion vasculaire avec ischémie (n'importe quelle fracture incluant une blessure artérielle avec ischémie nécessitant une réparation).

Cette classification intègre des lésions osseuses, périostées, musculaires et vasculaires. Elle est de ce fait largement utilisée par tous.

I-1-4 : Traitement

I-1-4-1 Buts

Le traitement vise à :

- Rétablir la fonction du membre lésé
- Eviter l'apparition de complications

I-1-4-2 Moyens

Les fractures ouvertes constituent une urgence thérapeutique (11). Leur prise en charge comprend :

- une antibio- prophylaxie et un antitétanique,
- des prélèvements en pré, per et post opératoire pour examen bactériologique
- un lavage et parage de la plaie et des parties molles sous anesthésie générale en urgence (inférieure à six heures)comprenant :

- un lavage de la plaie, excision cutanée des lambeaux dévascularisés et contus, évacuation des hématomes, excision des muscles ne saignant pas et ne se contractant pas,

- un parage plan par plan de la superficie vers la profondeur en étant le plus économe.

- une suture cutanée sur drainage aspiratif sans tension excessive, avec incisions de décharge pour pouvoir recouvrir le foyer fracturaire.

Si la fermeture est impossible (stade III) : on procède à des gestes de couverture associé avec lambeau local ou libre ; et à uneréaxation du membre avec contention de la réduction.

I-1-4-3 Indications

En cas de fracture ouverte stade I /II non déplacée et stable (rare) :

On procède à une réduction orthopédique sous anesthésie générale et une immobilisation par plâtre cruropédieux « fenêtré »

En cas de fracture ouverte I/II déplacée, instable ou après échec du traitement orthopédique :

Si vues précocement (avant la sixième heure) et peu souillées : on procède à un enclouage centromédullaire en première intention

Si souillées, on procède à la pose de fixateur externe.

En cas de fracture stade III : on procède à l'ostéosynthèse externe par fixateur externe : pose de broches filetées percutanées trans-osseuses de chaque côté du trait de fracture en zone saine reliées entre elles par un système solide qui permet une correction d'axe ou une compression ultérieure.

Si type III avec sections artérielles et nerveuses : l'amputation d'emblée peut être nécessaire.

De manière générale, l'ostéosynthèse à foyer ouvert est rarement indiquée, la pose de plaques vissées avec ou sans compression du foyer de fracture, et un simple vissage sont possibles en cas de fractures spiroïdes mais avec la nécessité d'une immobilisation plâtrée (contrairement à l'ostéosynthèse à foyer fermé).

Elle permet en théorie une réduction parfaite et une anatomie retrouvée mais expose à plus de complications : évacuation de l'hématome périfracturaire (propice au cal périosté de la consolidation), déperiostage.

I-1-4-4 Surveillance

–Surveillance clinique : notamment la température, l'état de la plaie pour dépister une éventuelle complication infectieuse,

–Surveillance radiographique régulière pour détecter un déplacement secondaire ou un cal vicieux.

I-2 RAPPELS SUR LES PLAIES PAR BALLES

Les traumatismes balistiques sont la conséquence de la pénétration dans l'organisme d'un projectile : balle, plomb, fragment métallique provenant de l'enveloppe ou du contenu d'un engin explosif (grenade, mine, obus, bombe, etc.) (12).

I -2-1-Eléments de balistique

Les armes à feu utilisent la force explosive de la poudre. Au cours du XIXe siècle, on a assisté à une évolution majeure des armes(13).

On distingue :

I -2-1-1-Les armes de poing

Ils sont utilisables avec une seule main et comprennent les revolvers et les pistolets (Figure 2).

De par leur taille, ils sont facilement dissimulables.

Les pistolets peuvent contenir plusieurs balles (huit en général) et leur étui est automatiquement éjecté alors que dans un revolver il faut vider le barillet.

I-2-1-2-Les armes d'épaule

Ils comprennent :

Les armes à canon lisse

Ce sont- les fusils et carabines de chasse qui mesurent plus de 80 cm.

Ils tirent en général des cartouches à projectiles multiples (grenaille, chevrotine)

- les fusils à pompe
- les fusils à canon scié artificiel qui augmente la dispersion à courte distance

Les armes à canon rayé

La stabilisation de la balle est gyroscopique ce qui augmente de la précision. Ce sont des fusils d'assaut tel que le Kalachnikov

I -2-2-Spécificités des plaies parballes

Un traumatisme balistique correspond à un transfert d'énergie entre un projectile en mouvement et l'organisme.

Ce transfert est fonction de l'énergie initiale (E)du projectile, proportionnelle à la moitié de sa masse (m)et au carré de sa vitesse (V) selon la formule $E = 1/2 mV^2$.

Les projectiles à haute vitesse, c'est-à-dire supersonique, ont donc théoriquement le pouvoir vulnérant le plus important.

La vitesse du projectile décroît avec la distance du fait de la résistance de l'air à sa progression.



A



B

Figure 2 : Armes de poing : A : Pistolets et B : revolvers (FBI HandgunAmmunition)
(13)

Cette donnée joue un rôle lors d'une explosion car les fragments projetés sont irréguliers et leur vitesse initiale décroît rapidement.

Dans les traumatismes par arme à feu, cet élément est moins important du fait de l'aérodynamisme des balles et des faibles distances de tir le plus souvent constatées.

Indépendamment de la vitesse du projectile, le transfert d'énergie va dépendre de la nature du projectile (balle, éclats, plombs), de sa composition (capacité à s'écraser, à se fragmenter), de sa stabilité (effet de bascule, de rotation). Tous ces éléments en augmentant la surface de transfert d'énergie du projectile à l'organisme vont aggraver les lésions observées (14).

Plusieurs facteurs tissulaires jouent un rôle important dans la morphologie des blessures observées, surtout la densité et l'élasticité des tissus concernés par le traumatisme.

Plus la densité des tissus sera élevée et leur élasticité faible, plus le transfert d'énergie sera important.

Ainsi, les structures osseuses, les plus denses de l'organisme seront celles à haut transfert d'énergie avec pour conséquence la possibilité de fracas complexes.

Les organes à haute teneur en eau, denses et peu élastiques, comme les organes pleins abdominaux, les reins, le cœur et le cerveau, sont le siège de lésion à type d'éclatement et de broiement.

Les organes à haute teneur en air, peu denses et élastiques, comme le poumon, l'estomac, la vessie, sont plus résistants aux traumatismes balistiques du fait du faible transfert d'énergie observé, en l'absence de fragmentation du projectile. Toutefois, un estomac plein ou une vessie pleine se comporteront comme des organes denses au regard d'un traumatisme balistique (15) (16) (17).

I -2-2-1 Orifice d'entrée

Il comprend :

- un orifice central, légèrement plus petit, ou de même taille que le projectile,
- une collerette érosive qui se parchemine sur le cadavre,
- une ecchymose péri-orificielle(18).

Le projectile sortant du canon est souillé de dépôts de poussières ou de graisse et est accompagné de poudre et de fumée.

Ces éléments déterminent des caractères inconstants :

- Si le projectile traverse une peau nue, il s'essuie sur les berges de l'orifice réalisant une collerette d'essuyage interne.
- Si des vêtements s'interposent, l'essuyage s'y fera et on ne retrouvera pas la collerette à la partie interne de l'orifice.
- Par ailleurs, si le tir est court, la fumée et les grains de poudre s'imprimeront sur la peau (ou les vêtements). On décrira alors une zone d'estompage (fumée) et une zone de tatouage (poudre).
- Si le tir est long, aucune de ces deux zones ne sera observée.

La distance de tir ne peut être évaluée que lors d'un tir expérimental.

Il existe plusieurs variantes d'orifice d'entrée.

L'orifice d'entrée peut varier quant à sa forme en fonction de la distance et de la direction du tir :

- Si le tir est effectué à bout touchant (canon touchant la peau) la pression des gaz provoque, au sein des tissus sous jacents dilacérés, une néo-cavité nommée chambre de mine.
- Plus le tir est oblique, plus l'orifice est tangentiel à la peau et s'ovalise jusqu'à provoquer une plaie en "séton" véritable tunnellation de la peau.

I -2-2-2 Trajet

Il est suivi :

- chez le blessé, lors de l'intervention chirurgicale par l'exploration,
- chez le cadavre, plan par plan lors de l'autopsie (19).

Il s'accompagne d'une ecchymose d'accompagnement et d'autant d'orifices d'entrée et de sortie que d'organes traversés.

Il n'est pas toujours rectiligne et dépend des obstacles que le projectile rencontre ainsi que de la mobilité des organes.

Ainsi il est rectiligne dans un organe plein (foie, rate, rein), et sinueux dans un organe mobile (poumon, cœurs).

I -2-2-3 Orifice de sortie

Il est inconstant et ne comporte ni collerette d'essuyage, ni tatouage, ni estompage.

Il est plus volontiers contus, mais peut être à bords relativement nets.

Il correspond, en règle, à une plaie plus grande que celle de l'orifice d'entrée.

Il peut être aberrant en cas de rebondissement (dans la boîte crânienne) ou de migration (dans un gros vaisseau) du projectile.

I -2-2-4 Principes thérapeutiques

Une plaie par balle est toujours une urgence chirurgicale.

Il est indispensable d'explorer le trajet du projectile.

En cas d'atteinte d'un membre, l'exploration doit être minutieuse pour déceler l'atteinte possible des vaisseaux ou des nerfs.

L'extraction de la balle se fera en milieu chirurgical.

Le parage des plaies sera soigneux. La prévention de l'infection primaire repose sur une chirurgie de débridement élargie et précoce avec excision des tissus dévitalisés et nécrosés (20).

Un drainage large doit être effectué.

Le principe de non fermeture est fondamental (21) (22). La fermeture différée des plaies est importante car elle réduit le risque septique en raison du caractère potentiellement contaminé du foyer opératoire, même avec le parage le plus soigneux, elle permet également de diminuer l'œdème des tissus autour de la plaie, tout en évitant une compression tissulaire secondaire et l'ischémie qui s'en suit.

L'antibiothérapie associée est destinée à prévenir la pullulation microbienne qui est logarithmique et qui débute dès la sixième heure suivant le traumatisme (23).

Le fixateur externe constitue un bon moyen pour l'immobilisation de la fracture.

I -3 RAPPELS SUR LES FIXATEURS

I.3-1 Historique des fixateurs externes

I.3-1-1 Les premiers fixateurs externes

La fixation externe est apparue à la fin du XIX^e siècle, destinée aux fractures graves.

Malgaigne a effectué les premières tentatives de contention fracturaire grâce à un matériel externe s'implantant directement sur l'os (24).

Mais la première fixation moderne a été introduite par Lambotte en 1907 sous forme d'un appareil monobloc à fiches, implanté sur un foyer réduit.

En 1934, Judet a mis en évidence deux notions fondamentales :

- L'importance de la fixation des fiches dans la deuxième corticale,
- La tension de la peau autour des fiches, facteur d'infection.

En 1935, le fixateur de Laffaille comportant des plaques et des mâchoires a permis une réduction externe.

En 1938, Hoffman proposa un fixateur externe réducteur qui permet d'opérer une réduction dirigée non sanglante puis de bloquer les fragments assurant ainsi l'ostéotaxis (25).

Ainsi, il existe deux familles de fixateurs :

- Les fixateurs mis en place uniquement sur fracture préalablement réduite ;
- Les fixateurs qui donnent la possibilité d'agir initialement ou secondairement sur la position respective des implants.

I.3-1.2 Evolution

Depuis, la rigidité des montages et la stabilité des foyers ont été améliorées par :

- La compression du foyer ;
- L'augmentation du nombre de fixation et du nombre de pièces, avec des montages en double ou triple cadre, voire en échafaudage circulaire autour du membre ;
- L'augmentation du volume des pièces telles que les fiches, porte-fiches et barres d'union qui permet de rester monolatéral et de faciliter la mise en place de ces fixateurs externes (Figure 3) (Figure 4).

Ilizarov a enseigné la valeur du mouvement contrôlé dans le foyer de fracture.

L'élasticité de son système circulaire permet une compression axiale limitée qui stimule l'ostéogenèse périostée sans nuire au cal cortical (26)(27).

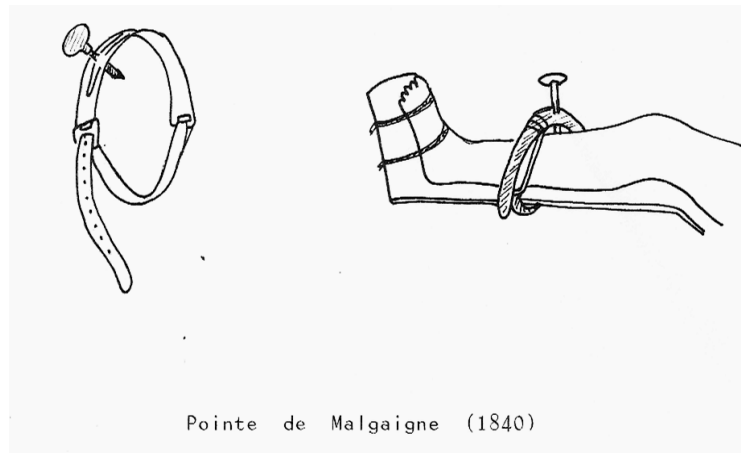
Entre fixation souple et rigide, la fixation dynamique dont l'Orthofix[®] est le prototype qui permet un temps de fixation stable et un temps pendant lequel le foyer est sollicité tout en maintenant sa stabilité (Figure 5). Elle stimule la formation de la cal et semble accélérer la consolidation des fractures (28) (29) (30). Classiquement, il existe les appareils à fiches (monoblocs ou articulés) et les appareils circulaires à broches.

Mais l'éclectisme actuel a conduit aux fixateurs hybrides conjuguant des fiches diaphysaires et broches épiphysaires.

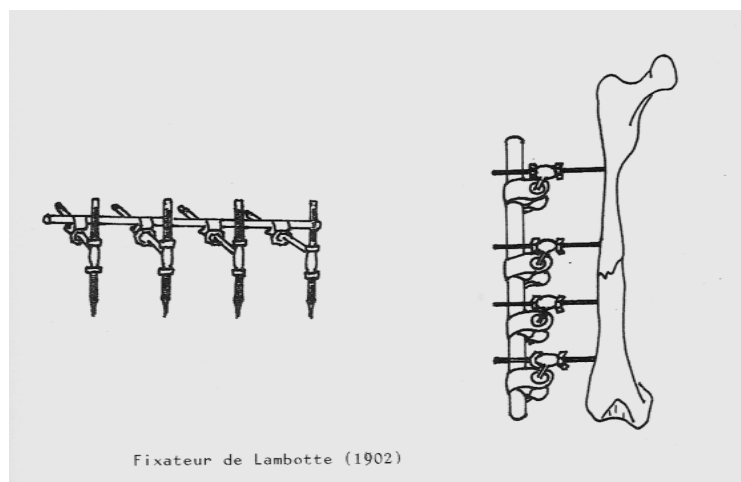
Jusqu'au début des années 1980, le fixateur externe est souvent considéré comme une ostéosynthèse d'exception.

Depuis, grâce à une meilleure compréhension de la mécanique de la fixation externe, les matériels ont considérablement évolué.

Cette évolution se fait dans un double sens : stabilité et maniabilité (31) (32).



A

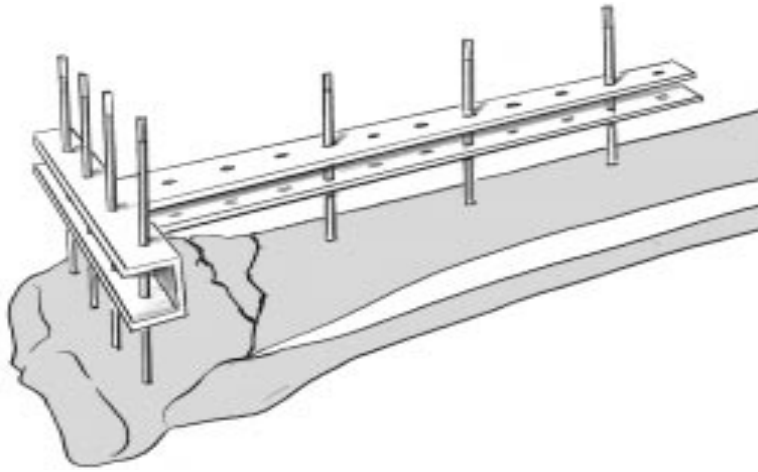


B

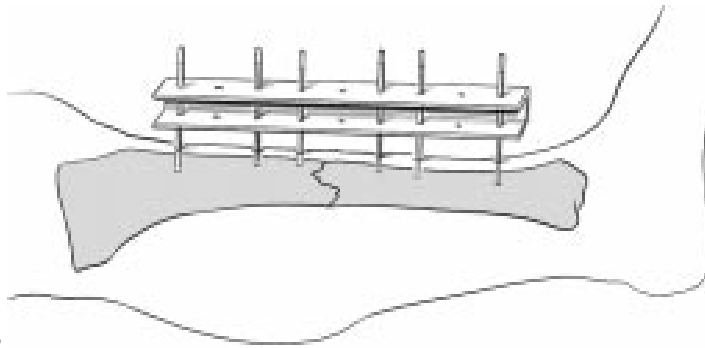


C

Figure 3 : Evolution de la fixation externe depuis Malgaigne jusqu'à l'Orthofix[®]: A (De Bastiani), B(Malgaigne)(6), C(Checketts)(38).



A

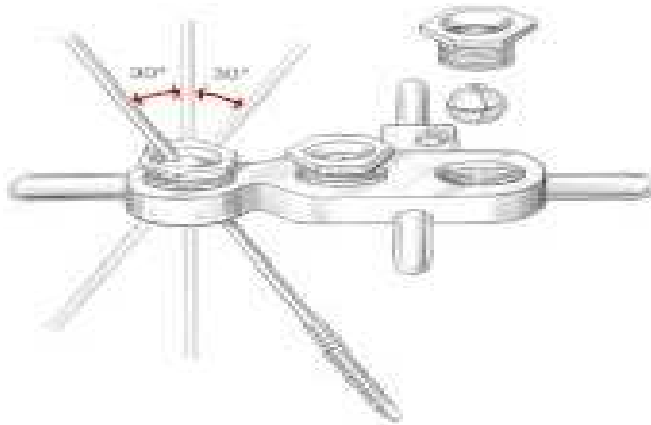


B

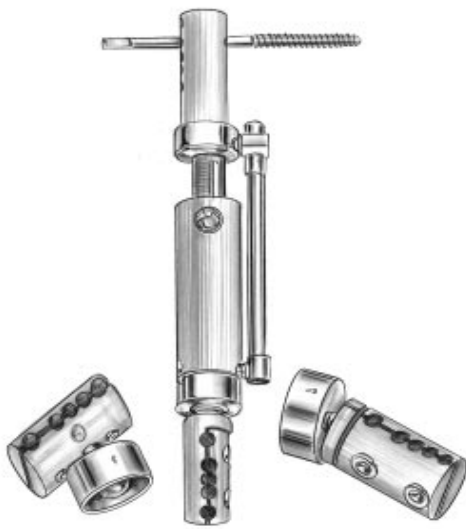


C

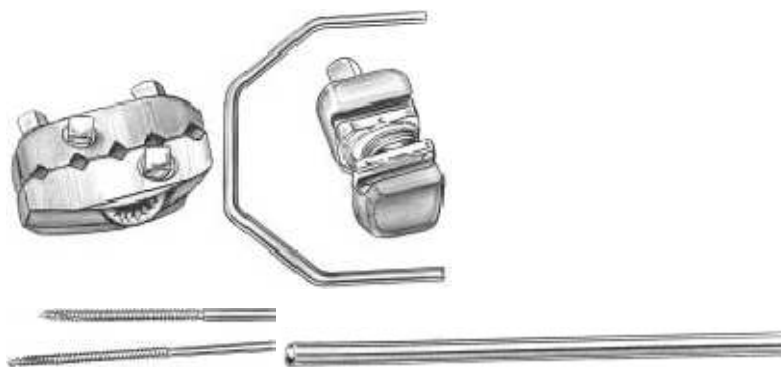
Figure 4: Principaux fixateurs à deux éléments (A et B : Fixateur de Judet, C : Fixateur des armées) (Lortat-Jacob) (45).



A



B



C

Figure 5: Principaux fixateurs à trois éléments (A : Fixateur avant ALJT, B : Fixateur Orthofix[®], C : Hoffmann 2) (Lortat-Jacob) (45)

I.3-2 Indications des fixateurs externes (33) (34)

Si le concept de fixateur externe existe plus d'un siècle, son emploi pour les fractures de jambe a pendant longtemps été limité aux lésions complexes et ouvertes.

Il est certain que tant la complexité des différents types de fixateurs externes que la fréquence des défauts d'alignement osseux parfois rapportés ou l'incidence élevée de complications sur les broches (infection-fracture) ont limité leur emploi (35).

En traumatologie, la fixation externe permet l'accès aux tissus mous pour les soins locaux ou les gestes chirurgicaux. Elle peut être définitive, maintenue jusqu'à consolidation osseuse ou temporaire. Le fixateur est alors remplacé ultérieurement par une autre méthode de fixation chirurgicale ou orthopédique après cicatrisation.

Avec le développement d'une fixation monolatérale et l'amélioration du matériel et des techniques d'insertion des fiches, ses possibilités d'utilisation ont été élargies avec de bons résultats (36) (37) (38) (39) (40).

Les indications classiques comprennent les fractures ouvertes :

- Avec dégâts importants cutanés et des parties molles,
- Ou devant une partie souillée,
- Avec fracas épiphysaires et articulaires,
- Lors de lésions de guerres (plaies par balles) où le fixateur est rapide à mettre, facilite le transport et permet les gestes de reconstruction ultérieurs.

L'utilisation est raisonnable dans :

- Les fractures du bassin,
- Les fractures fermées multifragmentaires,
- Et les fractures chez les polytraumatisés.

D'une manière générale, les indications sont relatives et constituent une affaire d'école.

En effet, les fixateurs externes peuvent être utilisés :

- Pour les fractures simples et fermées,
- Pour l'immobilisation provisoire de fractures ouvertes,

- Ou lors d'une association du fixateur externe à une fixation interne à minima.

I.3-3 Conception de la fixation externe

I.3-3-1 Type de montage

La fixation peut être :

- Rigide en double cadre avec adjonction d'une cinquième barre antérieure et avec ou sans compression.

Elle est particulièrement indiquée dans les fractures complexes avec perte de substance cutanéomusculaire importante, pseudarthroses suppurées, fractures ouvertes instables.

Dans les fractures simples stables, elle constitue un traitement définitif grâce à la compression.

La rigidité maximale est assurée par la compression interfragmentaire dans les fractures stables introduite par Judet en 1956 et la fixation en cadre d'Adrey et Vidal en 1970.

- Elastique : c'est le cas des fixateurs à demi-fiches, avec demi-cadre, à simple ou double étage.

– Dynamique : entre fixation souple et rigide, elle permet un temps de fixation stable et un temps pendant lequel le foyer est sollicité tout en maintenant sa stabilité. C'est un mode de stimulation de formation de la cal qui accélère la consolidation des fractures. Tous les fixateurs modernes essayent de réaliser cette dynamisation (41) (42) (43).

I.3-3.2 Durée de la fixation

Elle peut être :

- Définitive selon Vidal c'est-à-dire jusqu'à consolidation totale, avec ou sans greffe associée.
- Transitoire, jusqu'à résolution des problèmes cutanés et prévention des phénomènes infectieux.

– Des fragments opposés concernant la consolidation ont été avancés. Selon Muller, la rigidité apportée par le fixateur externe est insuffisante et la fixation interne doit être effectuée à la sixième semaine.

Selon Freemann, la recherche de cal osseux externe est primordiale et donc la fixation secondaire doit être moins rigide.

I.3-4 Particularités de la mise en place

Des principes de fixation diaphysaire unilatérale ont été déduits de données biomécaniques(44) (45) (Figure 4) :

- Implantation sur le foyer au moins aligné, voire réduit ;
- Pose des fiches après incision longitudinale large avec une direction perpendiculaire à l'axe diaphysaire ;
- Ancrage dans la deuxième corticale ;
- Nombre de fiches suffisant : deux ou trois ;
- Fiches du plus gros diamètre possible, adaptées à l'os ;
- Porte-fiche la plus large possible ;
- Disposition des fiches par rapport au foyer : une proche, une éloignée, une à mi-distance ;
- Distance corps du fixateur – os la plus courte possible (Figure 5);
- Union la plus directe possible entre fiche et porte-fiche ;
- Moyen d'union entre les portes-fiches les plus proches de l'axe mécanique ;
- Porte-fiches les plus étendues assurant une couverture la plus grande possible des segments diaphysaires.

Le respect de ces principes permet d'optimiser le montage et de diminuer au maximum la mobilité focale.

Au total, l'appareil doit être :

- Stable, permettant d'obtenir la rigidité du foyer si nécessaire ;
- Maniable, autorisant l'ostéotaxis ;
- Evolutif, permettant de passer du statique au dynamique ;
- Compatible avec les gestes associés de couverture par lambeaux ou d'apport osseux

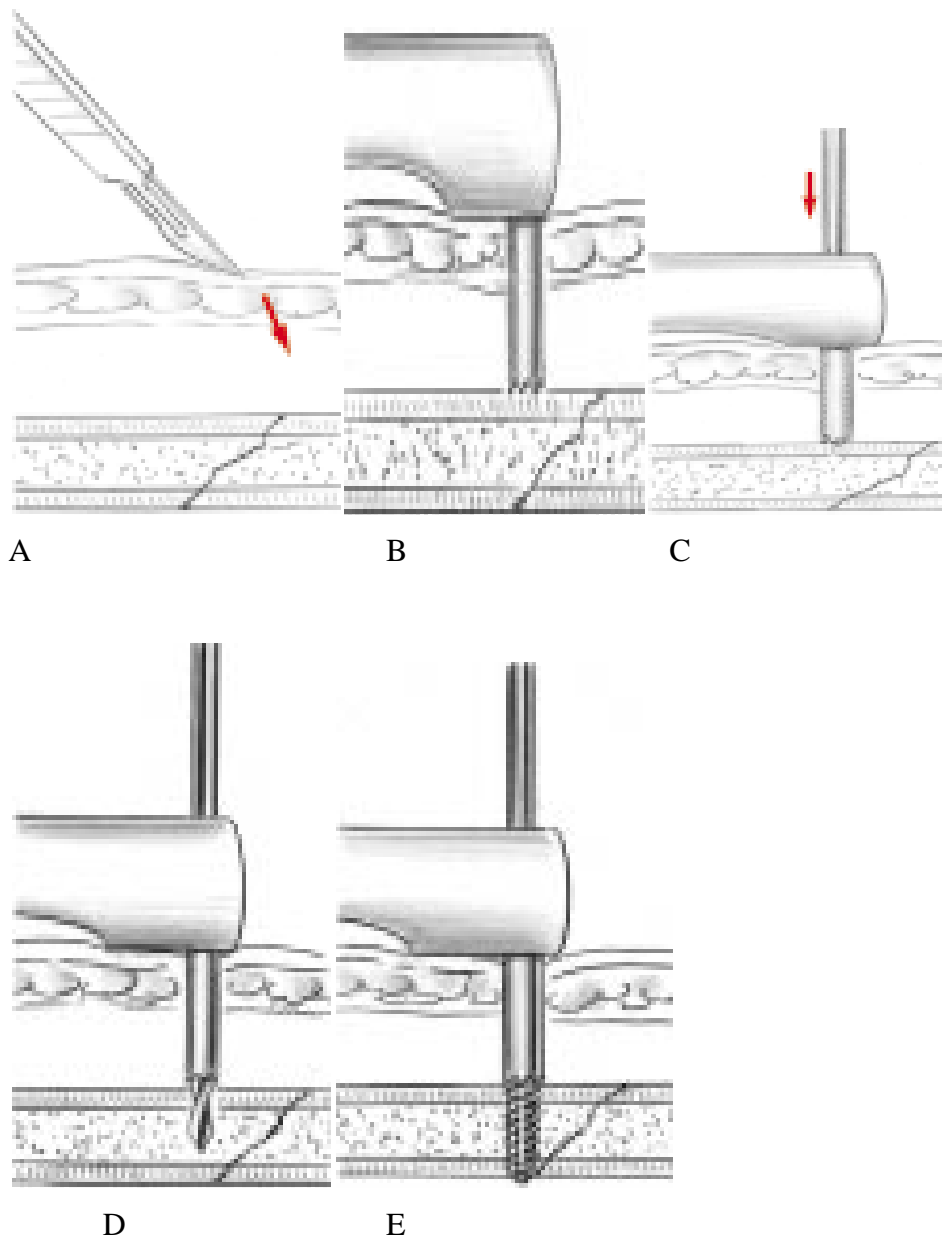


Figure 6 : Mise en place des fiches diaphysaires : A. Incision, B. Canon de perçage, C. Pointage, D. Forage, E. Vissage (Lortat-Jacob) (45).

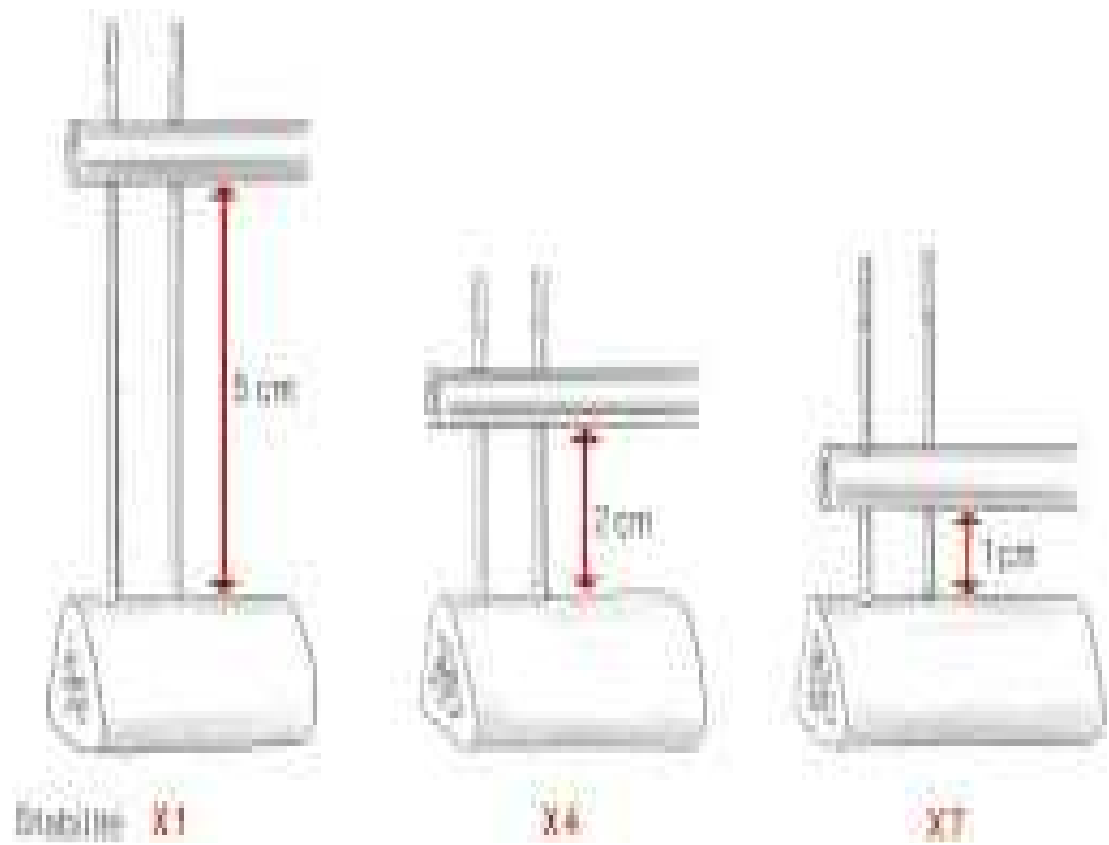


Figure7: Influence de la distance os-fixateur sur la stabilité du montage (Lortat-Jacob) (45).

I.3-5 Complications

I.3-5.1 Complications préopératoires

- Blessure des éléments nobles

La mise en place des fiches étant faite en percutanée, les éléments sous-jacents, notamment vaisseaux et nerfs, ne sont pas visibles et sont susceptibles d'être lésés par embrochage direct ou enroulement(46).

- Hyperpression cutanée

Par ailleurs, une zone d'hyperpression cutanée, susceptible de donner une nécrose cutanée peut se rencontrer si la traversée osseuse est décalée par rapport à la traversée cutanée.

I.3-5-2 Complications évolutives

- Infections

D'autres complications évolutives sont possibles, dominées par les infections locales sur fiches évoluant en trois stades : rougeur, écoulement, lyse osseuse.

Par ailleurs, certaines fiches proches de l'articulation sont susceptibles d'entraîner une arthrite septique.

Ainsi sont à proscrire les fiches qui traversent la synoviale et qui mettent en communication la cavité articulaire avec l'extérieur.

Mais même si les fiches respectent le cul-de-sac synovial, elles peuvent par contiguïté provoquer une infection articulaire.

De même, une fiche au contact du tendon rotulien représente un risque majeur d'infection très difficile à traiter.

- Raideur articulaire

En outre, le fixateur externe cloue les éléments mous à l'os. De ce fait, il gêne les mobilisations articulaires et est susceptible d'entraîner des raideurs articulaires.

Cette complication doit être prévenue par une rééducation intensive dès la mise en place du fixateur, sous couvert d'antalgiques.

– Pseudarthrose

Enfin, la fixation externe est susceptible de se compliquer de pseudarthrose.

En effet, les fixateurs ont la fâcheuse réputation de ne pas favoriser la consolidation.

Dans certains cas, ils sont trop rigides et pérennisent un écart interfragmentaire.

Dans d'autres cas contraire, ils sont trop souples et laissent persister une mobilité focale.

DEUXIEME PARTIE

II. PATIENTS ET METHODES

II.1. Type d'étude

Nous avons mené une étude descriptive et rétrospective sur l'utilisation des fixateurs externes comme traitement définitif des fractures ouvertes dans le cadre des plaies par balle au service de Traumatologie du CHU Ampefiloha, Antananarivo sur une période de trois ans.

II.2. Lieu d'étude

Cette étude a été réalisée dans l'USFR en Orthopédie Traumatologie A de l'HJRA, Centre Hospitalier Universitaire (CHU) Ampefiloha Antananarivo.

L'unité Orthopédie A du CHU/HJRA occupe une surface de 400 m² composée de dix salles d'hospitalisation dont: quatre salles individuelles, deux salles pour trois personnes, quatre salles communes d'une capacité de remplissage de six à douze personnes, totalisant 46 lits d'hospitalisation, sans nette séparation des post opérés immédiats, des patients préopératoires et des patients sans indication chirurgicale

L'USFR d'Orthopédie A est articulée avec d'autres secteurs du CHU, à l'origine de transfert venant du service des urgences, de réanimation, du bloc opératoire ou des autres secteurs de spécialité chirurgicale. Les admissions sont des cas référés ou des patients venant de leur domicile après un bref transit aux urgences.

Le secteur de l'unité Orthopédie A est attenant au bloc opératoire général disposant d'un seul accès emprunté par tous les utilisateurs du bloc.

Concernant l'orthopédie, on effectue dans deux salles des actes à foyer fermé grâce à l'acquisition récente d'un amplificateur de brillance ou des actes à ciel ouvert qu'il soit septique ou pas.

L'équipe technique de l'USFR de l'orthopédie du CHU est composée de :

- Ressources médicales, avec trois chirurgiens (un chef de service professeur agrégé en orthopédie, un Chef de clinique et un spécialiste en chirurgie générale), assistés de deux internes et deux autres médecins généralistes.
- Cadre administratif : le major est chargé de gérer le service sur le plan administratif et ressources humaines. Il veille au respect des règles et des procédures.
- Ressources paramédicales : faites de trois infirmier(e)s et quatre personnels d'appui (agent de surface, coursier, brancardage). Les stagiaires infirmiers sont de nombre et présence inconstant.

II.3. Période d'étude

Cette étude a été effectuée durant une période de trois ans. Elle concerne les femmes ou les hommes hospitalisés dans le service du mois d'août 2006 au mois d'août 2009 et ayant bénéficié de la mise en place d'un fixateur externe comme traitement définitif d'une fracture ouverte par balle.

II.4. Critères d'inclusion

Ont été inclus dans l'étude :

- tous les patients porteurs de fractures ouvertes par armes à feu au niveau des membres supérieurs ou inférieurs, vue à un stade initial ou compliqué et ayant nécessité la mise en place d'un fixateur externe,
- ayant bénéficié d'un suivi d'au moins six mois après la mise en place du fixateur externe.

II.5. Critères d'exclusion

Ont été exclus de l'étude :

- les patients présentant une fracture ouverte par balle mais n’ayant pas été traités par un fixateur externe.
- les patients dont le dossier est incomplet, ainsi que les patients perdus de vue.

II.6. Variables analysées

→ Fréquence

→ Age

→ - Sexe

→ - Mécanisme lésionnel

→ - Indication des fixateurs externes selon la classification de Gustilo

→ - Segment de membre intéressé

→ - Types de fixateur externe utilisé

→ - Délai de mise en place du fixateur

→ - Gestes associés en plus du fixateur interne (broches, vis, ...)

→ Evolution :

- Délai de consolidation si évolution favorable
- Nécessité ou non d’une reprise chirurgicale
- Autres complications rencontrées (infections...)

III. RESULTATS

III.1. Fréquence

Durant notre période d'étude, d'août 2006 à août 2009, nous avons colligé neuf patients porteurs de fixateurs externes.

Deux patients avaient été exclus de l'étude pour absence de suivi d'au moins six mois et un autre pour dossier incomplet.

Au total, nous avons enregistré neuf poses de fixateurs externes parmi les 3072 patients hospitalisés, ce qui correspond à une fréquence de 0,3%.

III.2. Age

La moyenne d'âge de nos patients était de 25 ans et six mois avec des extrêmes allant de 18 à 39ans.

La répartition des patients selon l'âge est résumée dans le tableau 1.

III.3. Sexe

Le sexe masculin représentait huit cas soit 88,88 % et le sexe féminin un cas soit 11,12 %. Ainsi le sex-ratio était de 10 hommes pour 1 femme (Tableau 2).

III.4. Mécanisme lésionnel

Les accidents à responsabilité civile par balle représentent le seul mécanisme lésionnel dans notre étude.

III.5. Indications des fixateurs externes selon la classification de Gustilo

Parmi les neuf cas de fractures ouvertes, quatre cas soit 44,45 % étaient classés Gustilo II et cinq cas soit 55,55 % étaient classés Gustilo IIIA (Figure 6).

Tableau 1. Répartition selon les tranches d'âge

| Age (ans) | Effectif | Pourcentage (%) |
|-----------|----------|-----------------|
| [10-19] | 1 | 11,12 |
| [20-29] | 5 | 55,55 |
| [30-39] | 3 | 33,33 |
| TOTAL | 9 | 100 |

Tableau 2. Répartition selon le sexe

| Sexe | Effectif | Pourcentage (%) |
|-------------|-----------------|------------------------|
| Masculin | 8 | 88,88 |
| Féminin | 1 | 11,12 |
| TOTAL | 9 | 100 |



A



B

Figure 8 : Fracture ouverte de la jambe Gustilo IIIA (Photo HJRA)

A : Image macroscopique B : Image radiologique

La répartition selon la classification de Gustilo est rapportée dans le tableau 3.

III.6. Segment de membre intéressé

Le membre inférieur était atteint dans trois cas, soit 33,33 % et le membre supérieur dans six cas, soit 66,67 %.

Les détails de la répartition de la localisation des lésions selon le segment de membre intéressé sont représentés dans le tableau 4.

III.7. Types de fixateur externe utilisé

La répartition selon le type de fixateur externe utilisé est rapportée dans la figure 7.

III.8. Délai de mise en place des fixateurs

Le délai moyen de mise en place des fixateurs externes était de neuf jours avec des extrêmes de moins de 24 heures à 32 jours.

Les détails sont rapportés dans le tableau 5.

III.9. Evolution

III.9.1. Evolution à court et moyen termes

III.9.1.1. Evolution favorable

L'évolution à moyen terme était favorable chez sept patients soit dans 77,78 % des cas.

L'obtention de la consolidation était jugée cliniquement sur :

- la disparition de la douleur au niveau du foyer fracturaire à la palpation et à la mobilisation,

Tableau 3.Répartition selon la classification de Gustilo

| Classification Gustilo | de Effectif | Pourcentage (%) |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| Classe I | 0 | 0 |
| Classe II | 4 | 44,45 |
| Classe IIIA | 5 | 55,55 |
| TOTAL | 9 | 100 |

Tableau 4. Répartition de la localisation des lésions selon le segment de membre intéressé

| Localisation | Effectif | Pourcentage (%) |
|---------------------|-----------------|------------------------|
| Bras droit | 2 | 22,22 |
| Bras gauche | 3 | 33,34 |
| Avant bras droit | 0 | 0 |
| Avant bras gauche | 1 | 11,11 |
| Cuisse droite | 0 | 0 |
| Cuisse gauche | 1 | 11,11 |
| Jambe droite | 0 | 0 |
| Jambe gauche | 2 | 22,22 |
| TOTAL | 9 | 100 |

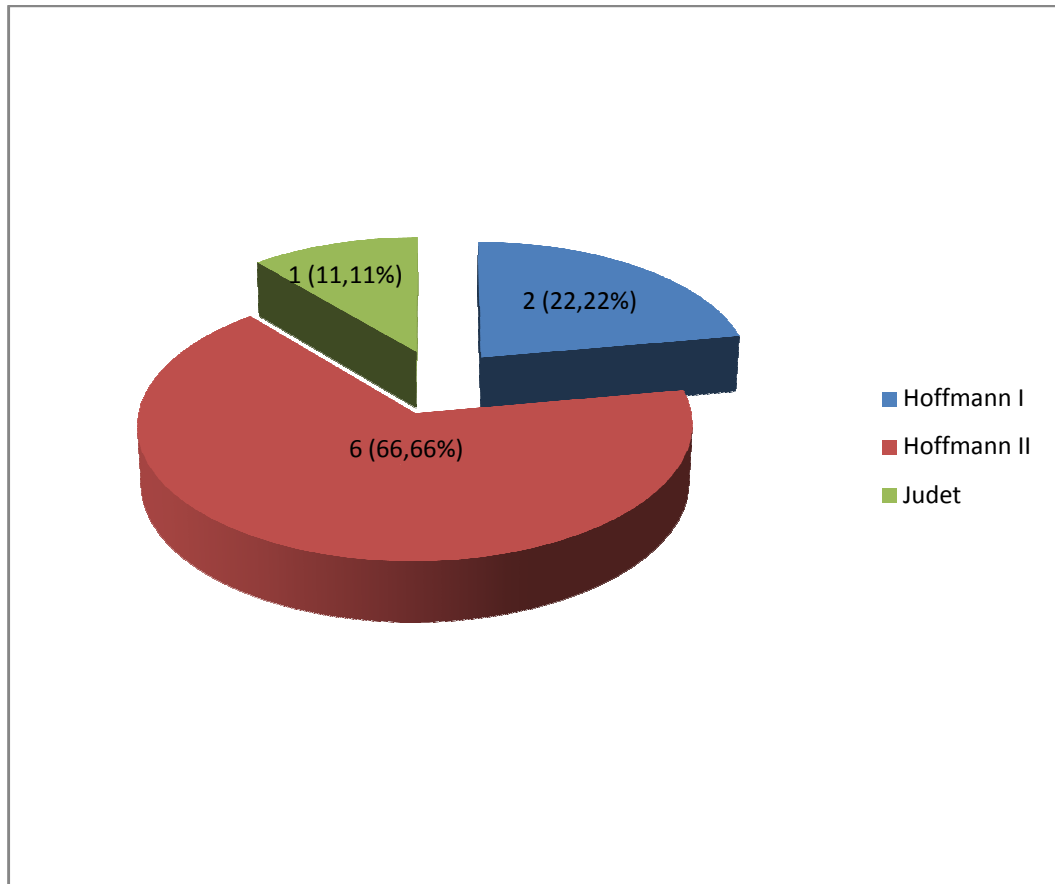


Figure 9 : Types de fixateur externe utilisé

Tableau 5. Répartition selon le délai de mise en place des fixateurs

| Délai | Effectif | Pourcentage (%) |
|---------------|-----------------|------------------------|
| [0-1jour [| 2 | 22,22 |
| [1-10jours [| 6 | 66,67 |
| [10-20jours [| 0 | 0 |
| ≥20 jours | 1 | 11,11 |
| TOTAL | 9 | 100 |

- l'absence de mobilité anormale en regard du foyer fracturaire.

Radiographiquement, elle était jugée sur la présence de cal osseux au niveau du foyer fracturaire (Figure 8).

L'ablation des fixateurs externes était effectuée entre quatre et 12 mois. La moyenne était de quatre mois pour les fractures des membres supérieurs et de six mois pour celles des membres inférieurs.

III.9.1.2. Complications

Des complications étaient survenues dans deux cas soit dans 22,22% des cas :

- Un défaut d'alignement dans un cas, ce qui avait nécessité une reconversion en ostéosynthèse interne par plaque vissée secondaire après une bonne cicatrisation de la plaie (Figure 9).
- Une infection du site opératoire a nécessité une amputation car n'a pas pu être jugulée par des soins locaux ni par une antibiothérapie adaptée (Tableau 6).

III.9.2. Evolution à long terme

Parmi les neuf patients, six avaient bénéficié d'un suivi de plus d'un an et demi. Mais deux patients présentaient encore une raideur articulaire à un an de recul. Un patient présentait à deux ans de recul des gênes fonctionnelles mineures à type de douleurs et œdème résiduels lors des efforts importants.



A

B

Figure 10 : Evolution favorable d'une fracture de la jambe Gustilo IIIA (Photo HJRA)

A : Cicatrisation de la plaie

B : Consolidation de la fracture

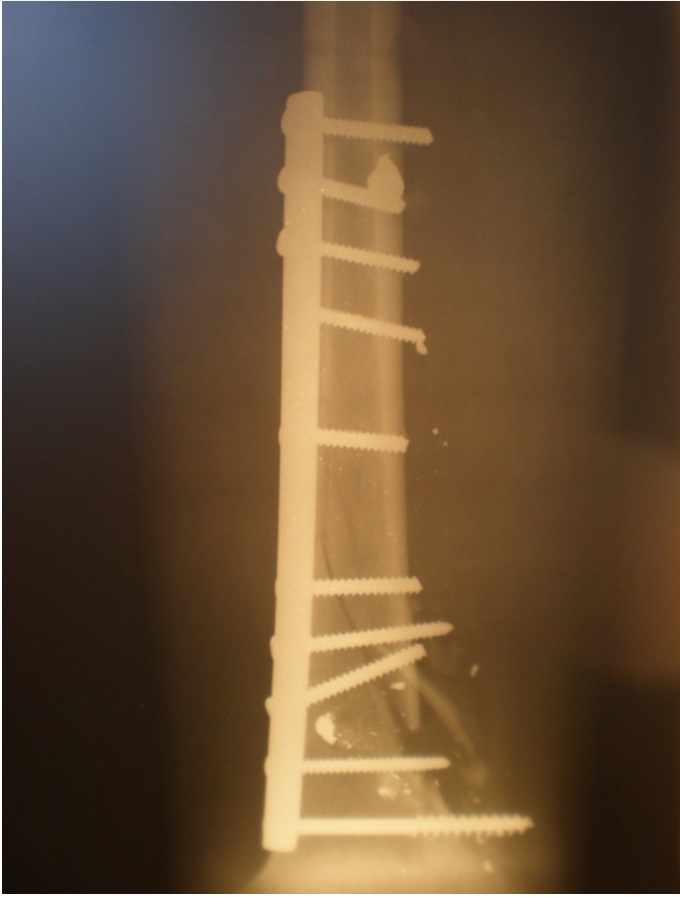


Figure 11: Ostéosynthèse interne par plaque vissée secondaire (Photo HJRA)

Tableau 6. Répartition selon l'évolution à court et moyen terme

| Evolution | Effectif | Pourcentage (%) |
|---|-----------------|------------------------|
| Favorable | 7 | 77,78 |
| Infection du site opératoire nécessitant une amputation | 1 | 11,11 |
| Défaut d'alignement | 1 | 11,11 |
| TOTAL | 9 | 100 |

TROISIEME PARTIE

IV. DISCUSSION

L'emploi du fixateur externe est en Afrique Noire d'apparition récente dans sa conception moderne. Cela tient à son coût en général élevé (47).

D'autre part les mauvaises conditions socio-économiques générales placent les fractures ouvertes des membres dans un contexte thérapeutique défavorable.

Des moyens de fortune ont été proposés et utilisés:

- broches noyées dans le plâtre (48),
- - cadre en résine autopolymérisante (49).

Ces moyens n'ont pas la rigidité du fixateur externe.

Le fixateur externe va permettre des soins de bonne qualité sur l'os et les parties molles (50).

Nous allons effectuer une comparaison de nos résultats avec ceux d'autres études.

IV.1.Epidémiologie

IV.1.1.Fréquence

Les lésions des membres sont les plus fréquentes en chirurgie de guerre et représentent dans ces circonstances plus de 60 % des traumatismes balistiques (51) (52) (53).

Le pourcentage des plaies par balle varie en fonction du type de guerre et de l'époque (54) :

- durant la première guerre mondiale, il était 64,7%
- durant la deuxième guerre mondiale : 25%
- guerre d'Indochine : 61,6%

- guerre de Corée : 15%
- guerre du Vietnam : 24%
- guerre d'Algérie : 71%
- guerre de Sarajevo : 58%

Durant notre période d'étude, d'août 2006 à août 2009, nous avons enregistré neuf poses de fixateurs externes parmi les 3072 patients hospitalisés, ce qui correspond à une fréquence de 0,3%.

Ce chiffre semble très faible par rapport aux résultats de celui de Kouame qui retrouve 150 poses de fixateurs externes pour de lésions des membres par balle en 6 ans parce que leurs patients avaient été recrutés durant l'effervescence des troubles socio-politiques qui sévissaient en Afrique (55).

IV .1.2.Age et sexe

Une étude de 56 cas de traumatisme balistique effectuée sur une période de 12 ans à Auckland City Hospital a retrouvé une prédominance masculine dans 91% avec un âge moyen de 32 ans (56).

La série de Kouame notait également un âge moyen de 32,5 ans avec un pic de fréquence entre 25 et 30 ans (55).

Nos données concordent avec celles de la littérature puisque nos patients étaient essentiellement des jeunes à prédominance masculine (88,88%) avec un âge moyen de 25 ans et 6 mois avec un pic de fréquence entre 18 et 39 ans.

Les sujets jeunes de sexe masculin sont donc les plus souvent victimes de ces lésions par balle.

Il s'agit d'une population jeune donc active, ce qui engendre d'important impact socio-économique surtout en Afrique où c'est habituellement l'homme jeune qui nourrit toute la famille (57).

IV.2.Mécanisme lésionnel

L'intention d'homicide est la circonstance la plus fréquente notamment lors des agressions par arme à feu (57).

Sur 31 cas de fractures ouvertes par arme à feu en pratique civile rapportés par Moyikoua, les circonstances sont dominées par les tentatives d'homicide volontaire dans 12 cas et les blessures par altercation d'un civil avec les forces de l'ordre n'ont représenté que 5 cas seulement (57).

Pour ce qui est de notre étude, les accidents à responsabilité civile par balle représentent le seul mécanisme lésionnel. Dans huit cas (88,88%), ils étaient en rapport avec l'altercation d'un civil avec les forces de l'ordre les événements politiques en 2009 et un cas (11,11%) était provoqué par une attaque armée par des bandits.

IV.3. Indication des fixateurs externes selon la classification de Gustilo

Dans la série de Kouame sur 150 cas de lésions par balle des membres, les fractures ouvertes graves, avec impossibilité de suture primaire et nécessité de cicatrisation dirigée étaient les plus rencontrées soit 70% de Gustilo III et 30% de Gustilo II (55).

Il en était de même dans notre étude : parmi les neuf cas de fractures ouvertes, cinq cas soit 55,55 % étaient classés Gustilo IIIA et quatre cas soit 44,45 % étaient classés Gustilo II.

IV.4.Segment de membre intéressé

L'atteinte des membres lors des traumatismes balistiques est fréquemment observée (57).

Pour Sarré rapportant 53 cas de fracas ouverts des membres par projectiles de guerre à Bissau, les membres supérieurs sont les plus fréquemment touchés dans 29 cas, soit 54,71% avec une atteinte marquée de la main dans 13 cas (58). Viennent ensuite les lésions de l'avant-bras (9 cas), de l'humérus (6 cas) et du coude (1 cas).

Sur les 24 lésions du membre inférieur (soit 45,28% des cas), la jambe est touchée 11 fois, le pied 6 fois, le fémur 5 fois et le genou 2 fois.

Il en était de même dans notre étude où l'atteinte du membre supérieur (six cas soit 66,67%) prédominait comparée à celle du membre inférieur (trois cas soit 33,33 %).

Mais le bras en était la région la plus fréquemment atteinte dans 55,56% (5 cas) des cas par rapport aux atteintes des autres segments de membres : la jambe 22,22% (2 cas), la cuisse 11,11% (1 cas) et l'avant-bras 11,11% (1 cas).

L'étude de Kouame retrouve une nette prédominance d'atteinte de la cuisse dans 61,76% des cas des lésions du membre inférieur (55).

Dans la série de Labeeu au Rwanda de 1990 à 1993, il rapporte qu'en trois ans, il a colligé 4646 blessés par balles avec 1129 cas de fractures (59). Il note également 30% d'atteinte du membre supérieur (237 cas) contre 19% d'atteinte du membre inférieur.

Les détails sont rapportés dans le tableau 7.

IV.5.Types de fixateur externe utilisé

Tous les chirurgiens orthopédistes concordent à dire que le fixateur externe reste l'arme de choix dans le traitement des fracas de guerre des membres même si, certaines publications signalent qu'un traitement différent est parfois possible (60) (61).

De nombreuses équipes utilisent ce mode d'ostéosynthèse en première intention jugeant qu'il est moins invasif et donne moins de complications en postopératoire immédiat, sans être limité à une catégorie de patients (62) (63).

Tableau 7 : Tableau comparatif des segments des membres atteints

| | Sarré(58) | Kouane (55) | Labeeu (59) | Notre série |
|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| bras | 6 (11,32%) | 12 (8%) | 122 (15,44%) | 5 (55,56%) |
| Avant bras | 9 (16,98%) | 4 (2%) | 90 (11,39%) | 1 (11,11%) |
| Main | 13 (24,52%) | 2 (1,33%) | 25 (3,16%) | 0 |
| Cuisse | 5 (9,43%) | 93 (61,76%) | 324 (25,42%) | 1 (11,11%) |
| Jambe | 11 (20,75%) | 15 (10%) | 471 (36,96%) | 2 (22,22%) |
| Pied | 6 (11,32%) | 24 (16%) | 97 (7,61%) | 0 |

La fixation externe représente un progrès considérable dans le traitement des fractures ouvertes et de leurs séquelles. Proposée par Lambotte en 1900, développée par Connen 1935 et Hoffmann en 1938, elle a été largement critiquée par de nombreux auteurs à cause de ses complications en particulier l'infection des fiches et la pseudarthrose (62).

Il existe de nombreux modèles de fixateurs externes ayant des caractéristiques mécaniques très variées (33) (45) (50):

*** Les fixateurs à deux éléments**

Les fixateurs à deux éléments sont représentés essentiellement par le fixateur de Judet et le fixateur du service des armées FESSA (30).

Ils sont :

- d'une grande stabilité,
- d'une simplicité de maintenance et
- peu onéreux.

En revanche, leur maniement est difficile, imposant une réduction préalable du foyer de fracture avant la mise en place du fixateur (30).

***Les fixateurs circulaires**

Les fixateurs circulaires type Ilizarov, dont l'évolution a permis d'effectuer des corrections progressives dans plusieurs plans (26) (27).

D'utilisation complexe, ils sont peu adaptés à la traumatologie d'urgence.

***Les fixateurs à trois éléments**

Les fixateurs à trois éléments dérivent du fixateur de Hoffmann: Hoffmann 2, monotube ALJ et l'Orthofix[®](25).

C'est surtout ce dernier qui est largement cité dans la littérature, ayant prouvé son efficacité comme traitement fiable des fractures ouvertes de jambe, avec une grande facilité de mise en place et une meilleure rigidité (51).

Dans le cadre de notre étude, trois types de fixateurs étaient utilisés par ordre de fréquence:

- Hoffman II (66,67 %),
- Hoffman I (22,22 %) et
- Judet (11,11 %).

Aucun problème particulier n'était noté lors de la mise en place de ces fixateurs, quelque soit leur type, mise à part la difficulté d'avoir une réduction de la fracture préalablement au montage définitif de l'implant en ce qui concerne le fixateur type Judet.

Dans une étude effectuée dans un service Orthopédie Traumatologie du CHU de Marrakech au Maroc sur l'utilisation des fixateurs externes dans le cadre des fractures ouvertes de jambe, les auteurs rapportent une série de 31 cas de fractures ouvertes de jambe traités par fixateur externe monoplan "lowcost" de conception locale au Service deTraumato-Orthopédie B du CHU Med VI de Marrakech sur une période de 18 mois (50).

Dans cette série de Maroc, le fixateur externe monoplan "lowcost" de conception locale a été le seul type de fixateur externe utilisé.

Pour Moyikoua, sur une série de 31 cas de fractures ouvertes par arme à feu en pratique civile, seuls deux types de fixateurs étaient utilisés par ordre de fréquence: le type Hoffman dans 70% des cas et le type Orthofix[®] dans 30% des cas (57).

Dans la série de Dakar, tous les cas ont été traités par le Fixateur Externe du Service de Sante des Armées, le montage initial a toujours été le type 1 seul (1 tube, 6 broches) ou type I en V avec 2 tubes et 12 broches (47).

Ainsi, la prise en charge des fractures ouvertes par balles pose encore de nombreux problèmes dans notre contexte du fait surtout du coût élevé du matériel d'ostéosynthèse surtout pour le fixateur d'Hoffmann et l'Orthofix[®].

IV.6.Délai de mise en place du fixateur

Dans la série de Dakar, les délais de pose du FESSA ont été très variables, il est notable que les retards à l'évacuation en secteur spécialisé sont constants (47).

11 cas ont bénéficié de la pose du FESSA avant la 12^o heure, contre 4 cas avant la 48^o heure, 11 cas du 3^o au 30^o jour et enfin, 5 cas du 30^o au 40^o jour.

Dans la série de RIBAUT seulement 13% des patients ont reçu le fixateur externe avant la sixième heure; 27% au-delà de 12 heures (64).

Dans notre série, le délai moyen de mise en place des fixateurs externes était de neuf jours avec des extrêmes de moins de 24 heures à 32 jours.

En Afrique en général, les patients consultent souvent tardivement pour des raisons souvent obscures qui nous échappent :

- indigence,
- manque d'instruction
- et croyances diverses(47).

En traumatologie, il est fréquent qu'un patient ait eu recours à un masseur traditionnel avant de consulter à l'hôpital.

Une fracture ouverte arrive souvent entre la 12^{ème} et la 24^{ème} heure voire même plusieurs jours après l'accident. Un retard de prise en charge est ainsi souvent constaté avec un délai de mise en place des fixateurs externes avoisinant les dix jours dans notre série et celle de Dakar.

Les détails sont rapportés dans le tableau 8.

IV.7.Evolution

L'évolution à moyen terme était favorable dans 77,78 % des cas.

Le délai moyen de consolidation était de 6 mois pour notre série, contre 4 mois pour celle du Maroc qui était plus courte (50).

Tableau 8 : Tableau comparatif des délais de prise en charge

| | Dakar(47) | Ribault(64) | Notre série |
|---------------|------------|-------------|-------------|
| < 12H | 11 (35%) | 6 (12,5%) | 2 (22,22%) |
| [12- 24 H[| 0 | 15 (31,25%) | 0 |
| [1-10 jours[| 4 (12,9%) | 2 (4,16%) | 6 (66,67%) |
| [10-20 jours[| 11 (35%) | 19 (39,58%) | 0 |
| > 20 jours | 5 (16,12%) | 6 (12,5%) | 1 (11,11%) |

Par contre dans la série de Dakar, la consolidation moyenne des fractures ouvertes des membres inférieurs était plus longue (10 mois) (47).

Ces délais semblent plus courts que dans une statistique Nord Européenne où les extrêmes étaient de 14 à 139 semaines c'est-à-dire de 3 mois et demi à 35 mois (56).

Les complications observées et leur fréquence différaient selon le pays. Ceci est probablement en rapport avec les différences de milieu, de conditions de vie et de travail (matériels utilisés, plateau technique ...).

Dans la série de RIBAUT, les infections sur fiches (70%) prédominaient largement (64).

Dans celle du Maroc, les pseudarthroses (12,9%) et les nécroses cutanées (12,9%) prédominaient, les infections n'étaient qu'en troisième position (9,8%) (50).

Quant à la nôtre, les raideurs articulaires (22,22%) étaient au premier plan, probablement en rapport avec une mauvaise observance des séances de rééducation fonctionnelle et des suivis réguliers. En effet, nous avons constaté qu'après l'ablation des fixateurs, les patients étaient moins assidus aux contrôles réguliers et à un an et demi seulement 66.66% d'entre eux étaient revus en consultation.

Au second plan, nous avons une égalité entre les infections (11,11%), les défauts d'alignement (11,11%) et douleurs/œdème résiduels (11,11%).

Ces infections étaient surtout en rapport avec :

- le contexte environnemental du lieu de l'accident et le mécanisme de l'accident occasionnant une souillure importante de la plaie pour les fractures ouvertes,
- l'absence de transport médicalisé et de ce fait le manque de premiers soins appropriés (lavage de la plaie, premier prélèvement pour examen bactériologique, administration précoce d'antibiotique à large spectre, ...),
- le manque de plateau technique adéquat,
- les mauvaises attitudes des patients (tradipraticiens,...) qui retardent le délai de prise en charge, sans parler de l'attente inévitable pour des raisons financières et organisationnelles.

Les détails sont rapportés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Tableau comparatif des complications

| | Maroc (50) | Ribault(64) | Notre série |
|--------------------------|------------|-------------|-------------|
| Raideurs | | | 22 ,22% |
| Infections | 9,8% | 70% | 11,11% |
| Défauts d'alignement | | | 11,11% |
| Douleurs/œdème résiduels | 1% | | 11,11% |
| Pseudarthrose | 12,9% | 10% | |
| Nécrose cutanée | 12,9% | | |

V. SUGGESTIONS

V.1. A l'endroit de la population

Les plaies par balle des membres deviennent de plus en plus fréquentes dans notre pays.

Elles posent un problème de santé publique dans la mesure où elles touchent surtout les populations actives et de sexe masculin.

L'éducation de la population est primordiale.

Il faudra ainsi l'informer sur la nécessité :

- de se rendre immédiatement dans un centre de santé en cas de traumatisme et non pas recourir en premier aux tradipraticiens, ceci afin de prendre en charge les patients dans les normes dès le stade initial du traumatisme.
- de poursuivre consciencieusement la rééducation fonctionnelle afin de lui permettre de récupérer au maximum la fonction de son membre.

V.2. A l'endroit des personnels de santé

Il est nécessaire d'assurer la formation continue et le recyclage régulier des personnels de santé en matière de pathologies traumatologiques. L'incidence croissante des plaies par balle à cause de la montée de la violence nécessite ainsi pour les personnels médicaux de se familiariser avec les problèmes balistiques afin de pouvoir assurer aux victimes une prise en charge adéquate.

Il est notamment important d'insister sur les mesures d'asepsie afin de prévenir et limiter au maximum les complications infectieuses:

- application d'un protocole de préparation cutanée,
- utilisation d'une antibioprophylaxie efficace,
- renforcement du respect de l'asepsie.

La première intervention chirurgicale est la plus importante pour une guérison rapide et non compliquée, et elle détermine l'issue finale. Il ne faut donc pas penser que la chirurgie de guerre est simple. Le but premier de la chirurgie de guerre est de minimiser les complications infectieuses.

Il est aussi important de bien développer la collaboration entre le service de traumatologie et le service de rééducation fonctionnelle afin de bien planifier le suivi des patients car le chirurgien fait partie d'une équipe.

V.3. A l'endroit de l'état

La bonne santé de la population est indispensable pour le bon développement du pays.

En matière de chirurgie orthopédique et traumatologique, nous voudrions insister sur la prévention des infections notamment pour un pays en voie de développement comme le nôtre.

En effet, ces infections impliquent:

- une lourde prise en charge
- la possibilité de ruiner les bénéfices de la chirurgie destinée à améliorer les fonctions d'une articulation ou d'un membre et
- de lourdes conséquences tant pour l'individu et sa famille que pour l'économie du pays.

Ainsi, en plus des mesures de sensibilisation de la population et de la formation des personnels de santé, la création d'un bloc spécialement pour traumatologie est indispensable que ce soit pour les interventions en urgence ou programmées.

Par ailleurs, il est intéressant de développer les coopérations et partenariats car ils constituent une aide précieuse dans la dotation de matériels médicaux ou le financement de l'amélioration des infrastructures des différents centres de santé.

Tout ceci va nous permettre :

- de travailler dans de meilleures conditions,
- se rapprocher des normes des pays industrialisés et
- ainsi améliorer nos résultats.

CONCLUSION

CONCLUSION

Parmi les causes des fractures ouvertes, les lésions dues aux armes à feu occupent une place importante et nécessitent une prise en charge particulière à savoir un bon parage avec fermeture différée des plaies associé à la mise en place de fixateur externe. Celui-ci constitue un bon moyen d'ostéosynthèse car il permet des soins de bonne qualité sur l'os et les parties molles.

Essentiellement de trois types, ils sont actuellement plus stables et plus maniables. Leurs indications se posent essentiellement devant les fractures ouvertes, mais se sont élargies à d'autres domaines de l'Orthopédie Traumatologie.

Dans notre étude, les fractures ouvertes Gustilo II ou IIIA, causées par les accidents à responsabilité civile par balle en constituaient les principales indications.

La fixation externe a actuellement supplanté les autres procédures chirurgicales dans notre service dans le cadre du traitement définitif des fractures ouvertes par traumatismes balistiques.

Même si les résultats étaient satisfaisants à plus ou moins long terme, des complications avaient été rencontrées, constituées essentiellement par les raideurs articulaires, les infections et le défaut d'alignement.

La prise en charge étant lourde et les complications pouvant compromettre la fonction du membre intéressé voire mettre en jeu le pronostic vital en cas de généralisation de l'infection, la prévention est primordiale surtout pour un pays en voie de développement comme le nôtre.

Elle est basée sur :

- la sensibilisation notamment de la population sur les effets néfastes du tradipraticien et des massages traditionnels qui ne font que retarder la prise en charge,
- l'information et encouragement des patients à bien mener la rééducation fonctionnelle pour limiter la survenue des raideurs articulaires,
- bon respect des mesures d'asepsie pour réduire au maximum les complications infectieuses.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

1. Jourdan Ph. Éléments de balistique lésionnelle. Cours de l'EASSA, Edit Val-de-Grâce, Paris, 1995 ; 11: 425-430.
2. Cauchoux J, Duparc J, Boulez B. Traitement des fractures ouvertes de jambe. Med AcadChir 1957 ; 83 : 811-822.
3. Rigal S, Tripon P. Le fixateur en chirurgie de guerre. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Tome 58. Expansion Scientifique Française 1993 ; 35 :135-138.
4. Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D. The management of open fractures. J Bone Joint Surg [Am]1990; 72-A: 299-304.
5. Byrd HS, Spiller TE. Management of open tibial fractures. Plast Reconstr Surg 1985; 76 : 719-728.
6. Calderoli H. Les fractures ouvertes de jambe. RevMedecine 1973; 36 : 2367-2374.
7. Duparc J, Hutten D. Classification des fractures ouvertes de jambe. Cahiers d'Enseignement de la SOFCOT sous la direction de J Vidal. Expansion scientifique Française, Paris 1981.
8. Mc Andrew MP, Johnson KD. Penetrating orthopedic injuries. SurgClin North Am1991; 71: 297-303.
9. FalA, LambinY, Djibo W. La prise en charge hospitalière des urgences traumatologiques dans les C.H.U d' Abidjan. Pub Med Afr 1991; 113: 42-47.
10. Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN. Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. Jour Trauma 1984 ; 24: 742-746.
11. Najean D, Tropet Y, Vichard PH. Couverture en urgence des fractures ouvertes de jambe. Ann Chir Plast Août 1994; 39, n: 4.

12. Rizoli SB, Mantovani M, Baccarin V, Vieira RW. Penetrating heart wounds
IntSurg1993; 78: 229-30.
13. FBI Handgun Ammunition tests, Firearms training unit, FBI Academy Quantico,
VA, 1995; 36: 69-65.
14. Molde A, Gray R. High-velocity gunshot wound through bone with low energy
transfer. Injury 1995; 26: 131.
15. Sellier KG, Kneubuehl BP. Wound ballistics and the scientific background.
Amsterdam: Elsevier, 1994; 98: 258-259.
16. Korzinek K. War injuries of the extremities. Unfallchirurg1993; 96: 242-7.
17. Fackler ML. Wound ballistics: a review of common misconceptions. JAMA1988;
259: 2730-6.
18. Pons J. Mécanisme des lésions par balle. Def Arm1986; 50: 49-52.
19. Pirlot M, Dyckmans G, Bastin I. Soap and Gelatine for simulating human body
tissue: an experimental and numerical evaluation, Proc of the 19th International
Symposium on Ballistics, Interlaken, Switzerland, 7-11 May 2001, pp: 1011-1017.
20. Rowley DI. War wounds with fractures: a guide to surgical management. Geneva:
International Committee of the Red Cross, 1996; 147: 25-29.
21. Rowley DI. The management of war wounds involving bone. J Bone Joint Surg
[Br]1996; 78-B: 706-9.
22. Brien EW, Long WT, Serocki JH. Management of gunshot wounds to the
tibia. Orthopedic Clinics of North America1995; 26: 165-80.
23. Baechle JP, Leroy P, Laplace E, Ceyrat A, Beaulaton A. Antibiothérapie pré-
hospitalière du temps de guerre. Med Arm1996; 24: 109-11.
24. Malgaigne JF. Considérations cliniques sur les fractures de la rotule et leur
traitement par les griffes. Journal des Connaissances Médicales Pratiques 1853;
16:9.

25. Hoffmann R. L'ostéotaxis, ostéosynthèse transcutanée par fiches et rotules. Paris: GEAD, 1951; 355:108-115.
26. Ilizarov GA. Principes fondamentaux de l'ostéosynthèse en compression distraction. *Ortop Traumatol Protez* 1971; 32: 7-15.
27. Sollogoub I, Asquier PH, Bonnard CH, Glorion B. Fixateur externe d'Ilizarov. *Encycl Med Chir, Techniques chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie* 1989; 44-020: 1-5.
28. Meyrueis JP. Essai de définition théorique et pratique de la fixation rigide et de la fixation élastique. *RevChirOrthop* 1983; 69: 338-339.
29. Meyrueis JP. Dynamisation du fixateur externe. *RevChirOrthop* 1983; 69: 375-376.
30. Meyrueis JP, Mine J, Rochat G, Mayaudon JC, Tripon PH. Etude mécanique comparative de fixateurs externes. Le modèle du service de santé des armées. *RevChirOrthop* 1980; 66: 317-321.
31. Bennett RA, Egger EL, Hestand M, Ellis AB. Comparison of the strength and holding power of 4 pins design for use with half pins external skeletal fixation. *Clin Orthop* 1989; 241: 48-56.
32. Adrey J. Biomécanique du fixateur externe en cadre. Insuffisances, améliorations et codifications. *Société de Chirurgie de Montpellier* 1971; 17: 529-535.
33. Rigal S, Gunepin FX, Pradier JP. Matériels d'ostéosynthèse. In: Masquelet AC, ed. *Chirurgie orthopédique : Principes et généralités*. Paris : Masson, 2004 : 205-206.
34. Fragnière B, Chevalley F. Fixateur externe monolatéral pour fracture diaphysaire du tibia avec mesure des contraintes sur le fixateur. A propos d'une série prospective de 11 cas. *RevChirOrthop* 2001; 87: 669-676.
35. Kimmel RB. Results of treatment using the Hoffmann external fixator for fractures of the tibial diaphysis. *J Trauma* 1982; 22: 960-965.

36. Burny F. Traitement par ostéotaxis des fractures diaphysaires du tibia: étude de 115 cas. *Acta OrthopBelg* 1972; 38: 280-301.
37. Behrens F, Searls K. External fixation of the tibia: Basics concepts and prospective evaluation. *J Bone Joint Surg* 1986; 68: 254-546.
38. Checketts RG, Moran CG, Jennings AG. 134 tibial shafts fractures managed with the Dynamic Axial Fixator. *ActaOrthopScand* 1995; 66: 271-274.
39. Hessmann M, Mattens M, Rumbaut J. Use of the unilateral external fixator (monofixator) in fracture treatment: experience in 50 fractures. *Unfallchirurg* 1994; 97: 511-517.
40. Pennig D. The place of unilateral external fixation in the treatment of tibial fractures. *Int J Orthop Trauma* 1991; 1: 161-176.
41. Gardner TN, Hardy JRW, Evans M, Richardson JB, Kenwright J. The static and dynamic behavior of tibial fractures due to unlocking external fixators. *ClinBiomech* 1996; 11: 425-430.
42. Goodship AE, Cunningham JL, Kenwright J. Strain rate and timing of stimulation in mechanical modulation of fracture healing. *ClinOrthop* 1998; 355: 105-115.
43. Kenwright J, Richardson JB, Cunningham JL, White SH, Goodship AE, Adams MA et al. Axial movement and tibial fractures. A controlled randomized trial of treatment. *J Bone Joint Surg* 1991; 73: 654-659.
44. Behrens F, Johnson W. Unilateral external fixation: methods to increase and reduce frame stiffness. *Vet Surg* 1987; 16: 207-211.
45. Lortat-Jacob A, Boisrenoult P. Techniques de pose d'un fixateur externe unilatéral chez l'adulte. *EncyclMédChir, Techniques Chirurgicales-Orthopédie-Traumatologie*, 1999; 44-020: 1-13.
46. Raimbeau G, Chevallier JM, Raguin J. Les risques vasculaires du fixateur externe en cadre à la jambe. *RevChirOrthop* 1979; 65: 77-82.

47. Ribault L, Faye M, Latouche JC, Badiane C, Diagne AL. Bilan des 5 années d'utilisation du Fixateur Externe du Service de Sante des Armées à l'hôpital principal de Dakar. *Med Afr Noir* 1991; 38: 6.
48. Ribault L, Konan P. Les fracas ouverts de jambes en pratique civile en Afrique de l'ouest. A propos de 15 cas. *Lyon Chir* 1988; 84: 365-366.
49. Bahuaud V. Fixateur externe en cadre et en résine autopolymérisante. *Nouv Presse Méd* 1978; 11: 7-6.
50. Najeb Y, Abkari I, Massous A, Kechkar T, Latifi M, Essadki B. Resultats du traitement des fractures de jambe par un fixateur externe Lowcost d'adaptation locale. *Rev Maroc ChirOrthop Traumato* 2008; 36: 14-17.
51. Court Brown CM et al. External fixations for type III open tibial fractures. *J Bone Joint Surg* 1990; 72-B: 801-5.
52. Crey ME. Analysis of wounds incurred by US Army Seventh Corps Personnel treated in Corps hospital during Operation Desert Storm, February 20 to March 10 1991. *J Trauma* 1996; 40: 165-169.
53. Korzinek K. War injuries of the extremities. *Unfallchirurg* 1993; 96: 242-247.
54. Guyon P, Houdelette P. Chirurgie de guerre : Caractéristiques et principes thérapeutiques. *Les agents vulnérants* 1996: 600.
55. Kouame MD, Anoumou K, Traore O, Kiriou KV. Lésions des membres par arme à feu, aspects épidémiologique. *Rev Intern ServSant* for 2010; 83: 22-25.
56. Hsee L, Civil I. A-12 year review of gunshot injuries: Auckland City Hospital experience. *N Z Med J* 2008; 121: 21-25.
57. Moyikoua A, Dolama F, Pena-Pitra B, Bikandou G, Ondzoto JM, Kaya JM. Fractures ouvertes par armes à feu en pratique civile. *Med Afrique Noire* 1994; 41: 412-415.
58. Sarre B et coll. Les fracas ouverts des membres par projectiles de guerre. *Med et Arm* 2003; 31: 67-73.

59. Labeeu F, Pasuch M, Toussaint P, Van Erps S. Une expérience chirurgicale en Afrique: la guerre de Rwanda: Octobre 1990-Août 1993. Ann Méd Milit Belg 1997; 11: 71-77.
60. Meyrueis JP, Mine J, Rochat G, Mayaudon JL, Tripon Ph: Etude mécanique comparative de fixateurs externes. Revue de Chirurgie Orthopédique 1980; 66: 317-321.
61. Meyrueis JP: Etude mécanique comparative tridimensionnelle de fixateurs externes déductions cliniques: Revue de Chirurgie Orthopédique 1993; 79: 402-406.
62. Baker MJ, Stephen M. External fixation: indications and patients selection. Clin Podiat Med Surg 2003; 20: 9-26.
63. Velazco A, Fleming LL. Open Fractures of the tibia treated by the Hoffmann external fixator. Clin Orthop 1983; 180: 125-32.
64. Ribault, M Vergos, P Koman. Les fractures ouvertes de jambe, indications thérapeutiques à propos de 47 cas traités dans le CHR en zone sub-sahélienne. Médecine d'Afrique Noire 1991; 38.

« Eto anatrehan'i ZANAHARY, eto anoloan'ireo Mpampianatra ahy sy ireo mpiara-nianatra tamiko, eto amin'ity toeram-pampianarana ity, ary eto anoloan'ny sarin 'i HIPPOCRATE.

Dia manome toky sy mianiana aho, fa hanaja lalandava ny fitsipika hitandrovana ny voninahitra sy ny fahamarinana eo am-panatontosanana raharham-pitsaboana.

Ho tsaboiko maimaimpoana ireo ory, ary tsy hitaky saran'asa mihoatra noho ny rariny aho, tsy hiray tetika maizina na oviana na oviana, ary na amin'iza na amin'iza aho mba hahazoana mizara aminy ny karama mety ho azo.

Raha tafiditra an-tranon'olona aho, dia tsy hahita izay zava-miseho ao ny masoko, ka ho tanako ho ahy samirery ireo tsiambaratelo haboraka amiko, ary ny asako, tsy avelako hatao fitaovana hanatontosana zavatra mamofady, na hanamorana famitan-veloka.

Tsy ekeko ho efitra hanelanelana ny adidiko amin'ny olona tsaboiko, ny anton-javatra ara-pinoana, ara-pirenena, ara-pirazanana, ara-pirehana ary ara-tsaranga.

Hajaiko tanteraka ny ain'olombelona na dia vao notorontoronina aza, ary tsy hahazo mampiasa ny fahalalako ho enti-manohitra ny lalàn'ny maha-olona aho, na dia vozonina aza.

Manaja sy mankasitraka ireo mpampianatra ahy aho ka hampita amin'ny taranany, ny fahaizana noraisiko tamin'izy ireo.

Ho toavin'ny mpiara-belona amiko anie aho raha maha-tanteraka ny velirano nataoko.

Ho rakotry ny henatra sy ho rabirabian'ireo mpitsabo namako kosa anie aho, raha mivadika amin'izany. »

PERMIS D'IMPRIMER

LU ET APPROUVE

Le Président de Thèse

Signé : Professeur RAZAFIMAHANDRY Henri Jean Claude

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Le Doyen de la Faculté de Médecine d'Antananarivo

Signé : Professeur RAPELANORO RABENJA

Fahafahantsoa

Name and first name: ANDRIAMALALA AinaTsiory

Title of thesis: External fixers and wounds by ball: final treatment of the opened fractures

Section :Trauma surgery

Number of pages: 57

Number of tables: 9

Number of figures: 11

Number of bibliographic references: 64

SUMMURY

The opened fractures by ballistic traumatism become increasingly frequent nowadays. The disorders socio-policies are among the supporting circumstances.

We had carried out a retrospective, descriptive study concerning the use of the external fixers within the fractures opened by ball in the service of Orthopedy Traumatology of the CHU of Antananarivo from 2006 to 2009.

Our objective was to analyze the met lesions, the various types of external fixers used and their respective indications as well as the results obtained.

We had recorded nine installations of external fixers. The accidents with civil liability were in question. The average age was 25, 5 years with a sex-ratio of 10/1. It acted in the majority of the cases of open fractures standard II and IIIA of Gustilo. The fixers used were those of Hoffman II (66, 66%), Hoffman I (22, 22%) and Judet (11, 11%). The medium-term evolution was favorable in 77, 78 % of the cases. A misalignment (11, 11%) and an infection of the operational site (11, 11%) were the observed complications. At one year and half of retreat 1/3 of the patients still presented an articular stiffness and minor functional discomfort.

The external fixer constitutes a good means of osteosynthesisallowing of the care of good quality on the bone and the soft parts.

Key words:External fixers - Opened fractures by ball – Treatment

Director of thesis: Professeur RAZAFIMAHANDRY Henri Jean Claude

Telltale of thesis: Docteur RANDRIAMBOLOLONA VeromboahangyHolinirina

Adress of author: Lot II P 80 H Avaradoha Antananarivo

Nom et prénom: ANDRIAMALALA AinaTsiory

Titre de la thèse: Fixateurs externes et plaies par balle : traitement définitif des fractures ouvertes

Rubrique : Chirurgie orthopédique et traumatologique

Nombre de page : 57 **Nombre de tableaux :** 9

Nombre de figures : 11

Nombre de référence de bibliographie : 64

RESUME

Les fractures ouvertes par traumatisme balistique deviennent de plus en plus fréquentes de nos jours. Les troubles socio-politiques en sont parmi les circonstances favorisantes. Nous avons effectué une étude rétrospective, descriptive concernant l'utilisation des fixateurs externes dans le cadre des fractures ouvertes par balle dans le service d'Orthopédie Traumatologie du CHU d'Antananarivo de 2006 à 2009.

Notre objectif était d'en analyser les lésions rencontrées, les différents types de fixateurs externes utilisés, leurs indications respectives ainsi que les résultats obtenus.

Nous avons enregistré neuf poses de fixateurs externes. L'âge moyen était de 25,5 ans avec un sex-ratio de 10/1. Les accidents à responsabilité civile étaient en cause. Il s'agissait dans 44,45 % des cas de fractures ouvertes type II de Gustilo et dans 55,55 % des cas type IIIA de Gustilo. Le membre supérieur était le plus atteint (66,67%). Les fixateurs utilisés étaient ceux d'Hoffman II (66,66%), Hoffman I (22,22%) et Judet (11,11%), le délai moyen de mise en place étant de neuf jours. L'évolution à moyen terme était favorable dans 77,78 % des cas avec un délai moyen de consolidation de quatre mois pour le membre supérieur et six mois pour le membre inférieur. Un défaut d'alignement (11,11%) et une infection du site opératoire (11,11%) étaient les complications observées. A un an et demi de recul 1/3 des patients présentait encore une raideur articulaire et des gênes fonctionnelles mineures.

Le fixateur externe constitue un bon moyen d'ostéosynthèse permettant des soins de bonne qualité sur l'os et les parties molles.

Mots-clés : Fixateurs externes - Fractures ouvertes par balle – Traitement

Directeur de thèse : Professeur RAZAFIMAHANDRY Henri Jean Claude

Rapporteur de thèse: Docteur RANDRIAMBOLOLONA Veromboahangy Holinirina

Adresse de l'auteur : Lot II P 80 H Avaradoha Antananarivo 101