



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2017

Thèse N°122

Le traitement chirurgical des pseudarthroses de la diaphyse fémorale

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 16 /06 /2017

PAR

Mlle. **Leila TALIBI**

Née Le 30 octobre 1988 à kelaa Mgouna

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES

Pseudarthrose – Fémur – Enclouage Centromédullaire –
Plaque Vissée – Greffe Osseuse

JURY

Mme. **N. MANSOURI**

Professeur de chirurgie maxillo-faciale

PRESIDENT

Mme. **H. ELHAOURY**

Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie

RAPPORTEUR

M. **R. CHAFIK**

Professeur agrégé de Traumatologie- orthopédie

M. **M. BENHIMA**

Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie

} JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"رب أوزعني أن أشكر نعمتك
التي أنعمت عليّ وعلى والديّ
وأن أعمل صالحاً ترضاه
وأصلح لي في ذريّتي إنّني تبت
إليك وإني من المسلمين"
صدق الله العظيم

سورة الأحقاف الآية 15



Serment d'hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948





LISTE DES PROFESSEURE

UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires : Pr. Badie Azzaman MEHADJI
: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen : Pr. Mohammed BOUSKRAOUI
Vice doyen à la Recherche et la Coopération : Pr. Mohamed AMINE
Vice doyen aux Affaires Pédagogiques : Pr. Redouane EL FEZZAZI
Secrétaire Générale : Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

| Nom et Prénom | Spécialité | Nom et Prénom | Spécialité |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| ABOULFALAH Abderrahim | Gynécologie-obstétrique | FINECH Benasser | Chirurgie – générale |
| ADERDOUR Lahcen | Oto- rhino- laryngologie | FOURAIJI Karima | Chirurgie pédiatrique B |
| ADMOU Brahim | Immunologie | GHANNANE Houssine | Neurochirurgie |
| AIT BENALI Said | Neurochirurgie | KISSANI Najib | Neurologie |
| AIT-SAB Imane | Pédiatrie | KRATI Khadija | Gastro- entérologie |
| AKHDARI Nadia | Dermatologie | LAOUAD Inass | Néphrologie |
| AMAL Said | Dermatologie | LMEJJATI Mohamed | Neurochirurgie |
| AMINE Mohamed | Epidémiologie- clinique | LOUZI Abdelouahed | Chirurgie – générale |
| ASMOUKI Hamid | Gynécologie- obstétrique B | MAHMAL Lahoucine | Hématologie - clinique |
| ASRI Fatima | Psychiatrie | MANOUDI Fatiha | Psychiatrie |
| BENELKHAHAT BENOMAR Ridouan | Chirurgie - générale | MANSOURI Nadia | Stomatologie et chiru maxillo faciale |
| BOUMZEBRA Drissi | Chirurgie Cardio- Vasculaire | MOUDOUNI Said Mohammed | Urologie |

| | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| BOURROUS Monir | Pédiatrie A | MOUTAJ Redouane | Parasitologie |
| BOUSKRAOUI Mohammed | Pédiatrie A | MOUTAOUAKIL Abdeljalil | Ophtalmologie |
| CHABAA Laila | Biochimie | NAJEB Youssef | Traumato- orthopédie |
| CHELLAK Saliha | Biochimie- chimie | NEJMI Hicham | Anesthésie- réanimation |
| CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat | Radiologie | OULAD SAIAD Mohamed | Chirurgie pédiatrique |
| CHOULLI Mohamed Khaled | Neuro pharmacologie | RAJI Abdelaziz | Oto-rhino-laryngologie |
| DAHAMI Zakaria | Urologie | SAIDI Halim | Traumato- orthopédie |
| EL ADIB Ahmed Rhassane | Anesthésie- réanimation | SAMKAOUI Mohamed Abdenasser | Anesthésie- réanimation |
| EL FEZZAZI Redouane | Chirurgie pédiatrique | SARF Ismail | Urologie |
| EL HATTAOUI Mustapha | Cardiologie | SBIHI Mohamed | Pédiatrie B |
| EL HOUDZI Jamila | Pédiatrie B | SOUMMANI Abderraouf | Gynécologie- obstétrique A/B |
| ELFIKRI Abdelghani | Radiologie | TASSI Noura | Maladies infectieuses |
| ESSAADOUNI Lamiaa | Médecine interne | YOUNOUS Said | Anesthésie- réanimation |
| ETTALBI Saloua | Chirurgie réparatrice et plastique | ZOUHAIR Said | Microbiologie |

Professeurs Agrégés

| Nom et Prénom | Spécialité | Nom et Prénom | Spécialité |
|------------------------|---|-----------------------------|--|
| ABKARI Imad | Traumato- orthopédie B | EL KHAYARI Mina | Réanimation médicale |
| ABOU EL HASSAN Taoufik | Anesthésie- réanimation | EL MGHARI TABIB Ghizlane | Endocrinologie et maladies métaboliques |
| ABOUCHADI Abdeljalil | Stomatologie et chir maxillo faciale | FADILI Wafaa | Néphrologie |
| ABOUSSAIR Nisrine | Génétique | FAKHIR Bouchra | Gynécologie- obstétrique A |
| ADALI Imane | Psychiatrie | HACHIMI Abdelhamid | Réanimation médicale |
| ADALI Nawal | Neurologie | HADEF Rachid | Immunologie |
| AGHOUTANE El Mouhtadi | Chirurgie pédiatrique A | HAJJI Ibtissam | Ophtalmologie |
| AISSAOUI Younes | Anesthésie - réanimation | HAOUACH Khalil | Hématologie biologique |
| AIT AMEUR Mustapha | Hématologie Biologique | HAROU Karam | Gynécologie- obstétrique B |
| AIT BENKADDOUR Yassir | Gynécologie- obstétrique A | HOCAR Ouafa | Dermatologie |

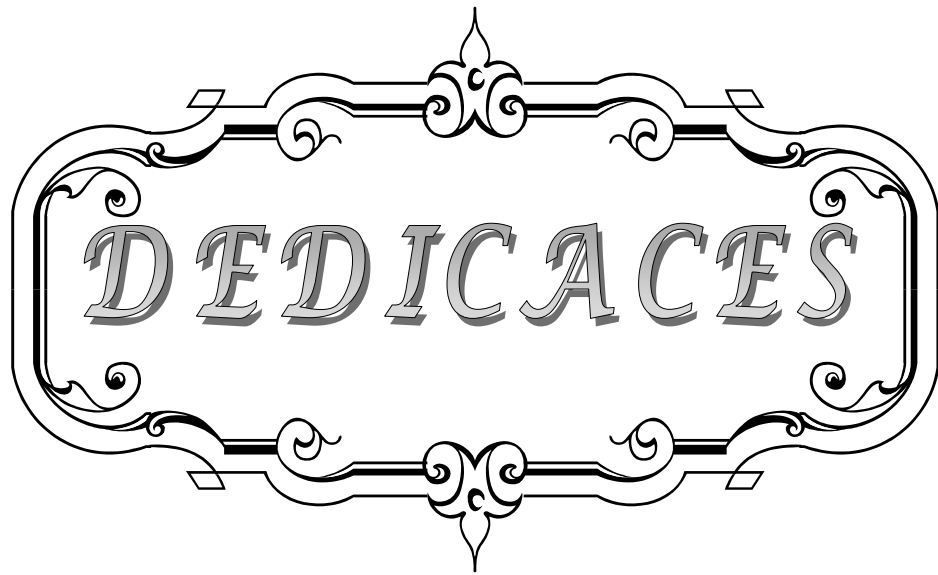
| | | | |
|-----------------------|---|----------------------------------|--------------------------|
| ALAOUI Mustapha | Chirurgie- vasculaire péripherique | JALAL Hicham | Radiologie |
| ALJ Soumaya | Radiologie | KAMILI El Ouafi El Aouni | Chirurgie pédiatrique B |
| AMRO Lamyae | Pneumo- phtisiologie | KHALLOUKI Mohammed | Anesthésie- réanimation |
| ANIBA Khalid | Neurochirurgie | KHOUCHANI Mouna | Radiothérapie |
| ARSALANE Lamiae | Microbiologie - Virologie | KOULALI IDRISSE Khalid | Traumato- orthopédie |
| ATMANE El Mehdi | Radiologie | KRIET Mohamed | Ophtalmologie |
| BAHA ALI Tarik | Ophtalmologie | LAGHMARI Mehdi | Neurochirurgie |
| BAIZRI Hicham | Endocrinologie et maladies métaboliques | LAKMICHY Mohamed Amine | Urologie |
| BASRAOUI Dounia | Radiologie | LOUHAB Nisrine | Neurologie |
| BASSIR Ahlam | Gynécologie- obstétrique A | MADHAR Si Mohamed | Traumato- orthopédie A |
| BELBARAKA Rhizlane | Oncologie médicale | MAOULAININE Fadi mrabih rabou | Pédiatrie (Neonatalogie) |
| BELKHOUCHE Ahlam | Rhumatologie | MATRANE Aboubakr | Médecine nucléaire |
| BEN DRISS Laila | Cardiologie | MEJDANE Abdelhadi | Chirurgie Générale |
| BENCHAMKHA Yassine | Chirurgie réparatrice et plastique | MOUAFFAK Youssef | Anesthésie - réanimation |
| BENHIMA Mohamed Amine | Traumatologie - orthopédie B | MOUFID Kamal | Urologie |
| BENJILALI Laila | Médecine interne | MSOUGGAR Yassine | Chirurgie thoracique |
| BENLAI Abdeslam | Psychiatrie | NARJISS Youssef | Chirurgie générale |
| BENZAROUEL Dounia | Cardiologie | NOURI Hassan | Oto rhino laryngologie |
| BOUCHENTOUF Rachid | Pneumo- phtisiologie | OUALI IDRISSE Mariem | Radiologie |
| BOUKHANNI Lahcen | Gynécologie- obstétrique B | OUBAHA Sofia | Physiologie |
| BOUKHIRA Abderrahman | Toxicologie | QACIF Hassan | Médecine interne |
| BOURRAHOUCHE Aicha | Pédiatrie B | QAMOUCHE Youssef | Anesthésie- réanimation |
| BSISS Mohamed Aziz | Biophysique | RABBANI Khalid | Chirurgie générale |
| CHAFIK Rachid | Traumato- orthopédie A | RADA Noureddine | Pédiatrie A |
| DRAISS Ghizlane | Pédiatrie | RAIS Hanane | Anatomie pathologique |

| | | | |
|--------------------------|---|---------------------|---------------------------|
| EL AMRANI Moulay Driss | Anatomie | RBAIBI Aziz | Cardiologie |
| EL ANSARI Nawal | Endocrinologie et maladies métaboliques | ROCHDI Youssef | Oto-rhino- laryngologie |
| EL BARNI Rachid | Chirurgie- générale | SAMLANI Zouhour | Gastro- entérologie |
| EL BOUCHTI Imane | Rhumatologie | SORAA Nabila | Microbiologie - virologie |
| EL BOUIHI Mohamed | Stomatologie et chir maxillo faciale | TAZI Mohamed Illias | Hématologie- clinique |
| EL HAOUATI Rachid | Chiru Cardio vasculaire | ZAHLANE Kawtar | Microbiologie - virologie |
| EL HAOURY Hanane | Traumato- orthopédie A | ZAHLANE Mouna | Médecine interne |
| EL IDRISSE SLITINE Nadia | Pédiatrie | ZAOUI Sanaa | Pharmacologie |
| EL KARIMI Saloua | Cardiologie | ZIADI Amra | Anesthésie - réanimation |

Professeurs Assistants

| Nom et Prénom | Spécialité | Nom et Prénom | Spécialité |
|---------------------|---|------------------------|---|
| ABDELFETTAH Youness | Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle | HAZMIRI Fatima Ezzahra | Histologie – Embryologie - Cytogénétique |
| ABDOU Abdessamad | Chiru Cardio vasculaire | IHBIBANE fatima | Maladies Infectieuses |
| ABIR Badreddine | Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale | JANAH Hicham | Pneumo- phtisiologie |
| ADARMOUCH Latifa | Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène) | KADDOURI Said | Médecine interne |
| AIT BATAHAR Salma | Pneumo- phtisiologie | LAFFINTI Mahmoud Amine | Psychiatrie |
| ALAOUI Hassan | Anesthésie - Réanimation | LAHKIM Mohammed | Chirurgie générale |
| AMINE Abdellah | Cardiologie | LAKOUICHMI Mohammed | Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale |
| ARABI Hafid | Médecine physique et réadaptation fonctionnelle | LALYA Issam | Radiothérapie |
| ARSALANE Adil | Chirurgie Thoracique | LOQMAN Souad | Microbiologie et toxicologie environnementale |
| ASSERRAJI Mohammed | Néphrologie | MAHFOUD Tarik | Oncologie médicale |
| BELBACHIR Anass | Anatomie- pathologique | MARGAD Omar | Traumatologie - orthopédie |
| BELHADJ Ayoub | Anesthésie - Réanimation | MLIHA TOUATI Mohammed | Oto-Rhino - Laryngologie |

| | | | |
|------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------------|
| BENHADDOU Rajaa | Ophtalmologie | MOUHADI Khalid | Psychiatrie |
| BENJELLOUN HARZIMI Amine | Pneumo- phtisiologie | MOUHSINE Abdelilah | Radiologie |
| BENNAOUI Fatiha | Pédiatrie (Neonatalogie) | MOUNACH Aziza | Rhumatologie |
| BOUCHENTOUF Sidi Mohammed | Chirurgie générale | MOUZARI Yassine | Ophtalmologie |
| BOUKHRIS Jalal | Traumatologie - orthopédie | NADER Youssef | Traumatologie - orthopédie |
| BOUZERDA Abdelmajid | Cardiologie | NADOUR Karim | Oto-Rhino - Laryngologie |
| CHETOUI Abdelkhalek | Cardiologie | NAOUI Hafida | Parasitologie Mycologie |
| CHRAA Mohamed | Physiologie | NASSIM SABAH Taoufik | Chirurgie Réparatrice et Plastique |
| DAROUASSI Youssef | Oto-Rhino - Laryngologie | OUEIAGLI NABIH Fadoua | Psychiatrie |
| DIFFAA Azeddine | Gastro- entérologie | REBAHI Houssam | Anesthésie - Réanimation |
| EL HARRECH Youness | Urologie | RHARRASSI Isam | Anatomie-patologique |
| EL KAMOUNI Youssef | Microbiologie Virologie | SAJIAI Hafsa | Pneumo- phtisiologie |
| EL KHADER Ahmed | Chirurgie générale | SALAMA Tarik | Chirurgie pédiatrique |
| EL MEZOUARI EI Moustafa | Parasitologie Mycologie | SAOUAB Rachida | Radiologie |
| EL OMRANI Abdelhamid | Radiothérapie | SEDDIKI Rachid | Anesthésie - Réanimation |
| ELQATNI Mohamed | Médecine interne | SERGHINI Issam | Anesthésie - Réanimation |
| ESSADI Ismail | Oncologie Médicale | SERHANE Hind | Pneumo- phtisiologie |
| FAKHRI Anass | Histologie- embyologie cytogénétique | TOURABI Khalid | Chirurgie réparatrice et plastique |
| FDIL Naima | Chimie de Coordination Bioorganique | ZARROUKI Youssef | Anesthésie - Réanimation |
| FENNANE Hicham | Chirurgie Thoracique | ZEMRAOUI Nadir | Néphrologie |
| GHAZI Mirieme | Rhumatologie | ZIDANE Moulay Abdelfettah | Chirurgie Thoracique |
| GHOZLANI Imad | Rhumatologie | ZOUIZRA Zahira | Chirurgie Cardio- Vasculaire |
| Hammoune Nabil | Radiologie | | |

A decorative, ornate frame with intricate scrollwork and flourishes. The word "DEDICACES" is centered within the frame in a stylized, serif font with a slight shadow effect.

DEDICACES

*Ce moment est l'occasion d'adresser mes remerciements et
ma reconnaissance et de dédier cette thèse*



Je dédie cette thèse

A mes très chers parents

A MON TRÈS CHÈRE ET ADORABLE PÈRE :AHMED

*A celui qui m'a tout donné sans compter, à celui qui m'a soutenue toute ma vie, à celui à qui je dois ce que je suis et ce que je serai. Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je te porte, ni la profonde gratitude que je te témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que tu n'as cessé de consentir pour mon instruction et mon bien être. c'est avec ta présence et ton soutien, que j'ai dû surmonter des longues années d'étude. Ce modeste travail qui est avant tout le tien, n'est que la consécration de tes grands efforts et tes immenses sacrifices. Puisse Dieu tout puissant te préserver du mal, te combler de santé, de bonheur et t'accorder une longue et heureuse vie, afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je te dois. Je t'aime très fort, mon très cher **waba**, et j'espère que tu seras toujours fier de moi.*

A MA TRÈS CHÈRE ET ADORABLE MÈRE :RKIA

*Aucune dédicace ne saurait exprimer la profondeur de ma reconnaissance, parce que je te dois ce que je suis. Tu m'as donné la vie, tu m'as éduqué, tu m'as comblé de ton amour et de ta tendresse. Il me faudra plus que les mots pour exprimer mon amour. Tes prières et tes sacrifices m'ont comblé tout au long de mon existence. Je savais si quelque chose m'arrivait, tu seras là et toujours à mes côtés. Je t'aime, **ma**, plus que tout dans ce monde. Dans ce travail modeste que je te dédie, j'espère que tu trouveras le fruit de ton amour, de ta tendresse et de ta patience, et en ce jour, je souhaite réaliser l'un de tes rêves et que tu seras fière de moi.*

" ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا "

A ma très chère sœur Touda

T'avoir comme sœur est un don de Dieu. ta place est grande au sein de notre famille et dans mon cœur. Avec ta vivacité, ton humour et ton grand cœur. Merci pour la joie que tu me procure et merci infiniment pour tes précieux conseils, pour ton amour, ta tendresse et ton aide à la réalisation de ce travail. Tu as toujours été pour moi une seconde maman ! Pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent, ce travail est un témoignage de mon attachement et de mon amour

A mon très cher frère Ismaïl

Ton encouragement et ton soutien étaient la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les moments les plus pénibles. Merci d'être toujours à mes côtés, par ta présence, par ton soutien aussi bien moral que financier. En témoignage de mon amour, de mon admiration et de ma grande affection, je te prie de trouver dans ce travail l'expression de mon estime et mon sincère attachement. Je prie dieu le tout puissant pour qu'il te donne bonheur et Prospérité que tu mérites.

A mes sœurs :Naïma,Rachida et mes frères :Rachid,Driss,Essaid,Aïssa
Aucun mots ne saurait décrire à quel point je suis fier de vous, et à quel point je vous suis reconnaissant pour tout ce que vous avez fait pour moi en me servant d'exemple de savoir, savoir faire et savoir être. Vous m'avez soutenu et comblé tout au long de mon parcours. Vous savez que l'affection et l'amour fraternel que je vous porte sont sans limite. Je vous dédie ce travail en témoignage de l'amour et des liens de sang qui nous unissent. Puissions-nous rester unis dans la tendresse et fidèle à l'éducation que nous avons reçue. J'implore dieu qu'il vous apporte bonheur et vous aide à réaliser tous vos vœux.

A mon très cher fiancé Abdssamad smlali

Ton encouragement, ta générosité, ton soutien ont été pour moi une source de courage et de confiance. j'aimerais bien que tu trouves dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus sincères. C'est grâce à ton aide et à ta patience que ce travail a pu voir le jour. Que dieu tout puissant nous accorde un avenir meilleur.

A mes très chers Fatima et saïda

En témoignage de mon attachement et de ma grande considération. J'espère que vous trouverez à travers ce travail l'expression de mes sentiments les plus chaleureux. Tous mes vœux de bonheur et de santé.

A mon cher neveu Zakaria

Pour toute l'ambiance dont tu nous a entouré, pour toute la spontanéité, je vous dédie ce travail. Tu es toujours, et tu le restera, source de joie, de bonheur immense pour toute la famille, Que Dieu le tout puissant tu préserve, tu accorde santé, bonheur, et tu protège de tout mal.

A mon cher grand père maternel ma chère grand-mère maternelle.
que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie

A la mémoire de ma grand-mère paternelle

A La mémoire de mon grand père paternel
que dieu, le miséricordieux, vous accueille dans son éternel paradis

A tous mes oncles et tantes

Je vous dédie cette thèse tout en vous souhaitant une longue vie pleine de réussite, de santé et de bonheur

A mes chères cousines :Latifa et Asma

Pour la grande affection que vous m'avez toujours manifesté et pour l'amour sincère que je vous porte. Avec mes souhaits de bonheur, de santé et de longue vie

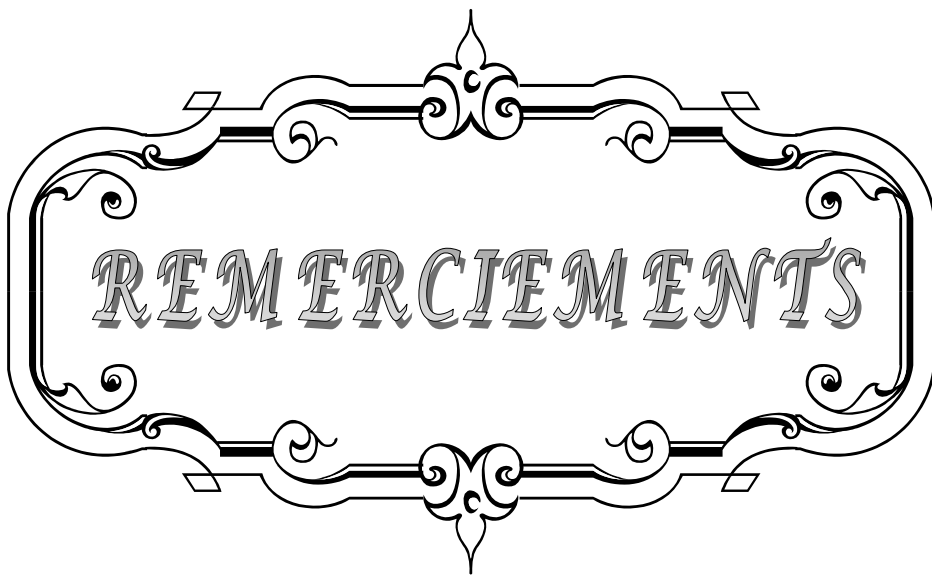
*A mes meilleures amies :Amal Elouakhomy ,Ilham ELgourty,fatíha aít
baamrane ,Rkia smlali,Amal oumaídi*

*Pour l'amitié sincère et l'affection profonde que nous partageons, pour tous les
moments heureux que nous ayons passé ensemble, je vous dédie ce travail en
vous souhaitant une vie pleine de réussite, de santé et de bonheur.*

A Tous Mes enseignants tout au long de mes études

*A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce
travail.*

A tous ceux dont l'oubli de la plume n'est pas celui du cœur



REMERCIEMENTS

A notre maître et rapporteur : Pr. H. ELhaoury

Vous nous avez fait un grand honneur en acceptant de nous confier ce travail. Nous sommes très touchés par votre disponibilité et par le réconfort que vous nous avez apporté lors de notre passage au service ainsi que lors de l'élaboration de ce travail. Vos qualités professionnelles et humaines nous servent d'exemple. Veuillez trouver ici, Professeur, l'expression de notre profonde gratitude

A notre maître et président de thèse : Pr.Mansouri

Vous nous avez accordé un immense honneur et un grand privilège en acceptant la présidence de notre jury de thèse. Vos hautes vertus morales qui n'ont d'égale que votre compétence professionnelle, votre dévouement ainsi que votre modestie vous valent l'admiration et le respect de tous. Nous vous prions, cher maître, d'accepter dans ce travail le témoignage de notre haute considération.

A notre maître et juge de thèse :Pr.Chafik

Nous vous remercions pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail. Nous avons pu, au cours du stage d'externe passé sous votre direction, apprécier vos qualités humaines, votre savoir-faire et vos compétences scientifiques. Veuillez trouver dans ce travail, Cher Maître, l'expression de notre estime et de notre considération.

A notre maître et juge de thèse :Pr.Benhima

Vous nous faites un grand honneur en acceptant de juger cette thèse. Votre sérieux et votre rigueur de travail ainsi que votre dévouement professionnel sont pour nous un objet d'admiration et de profond respect.

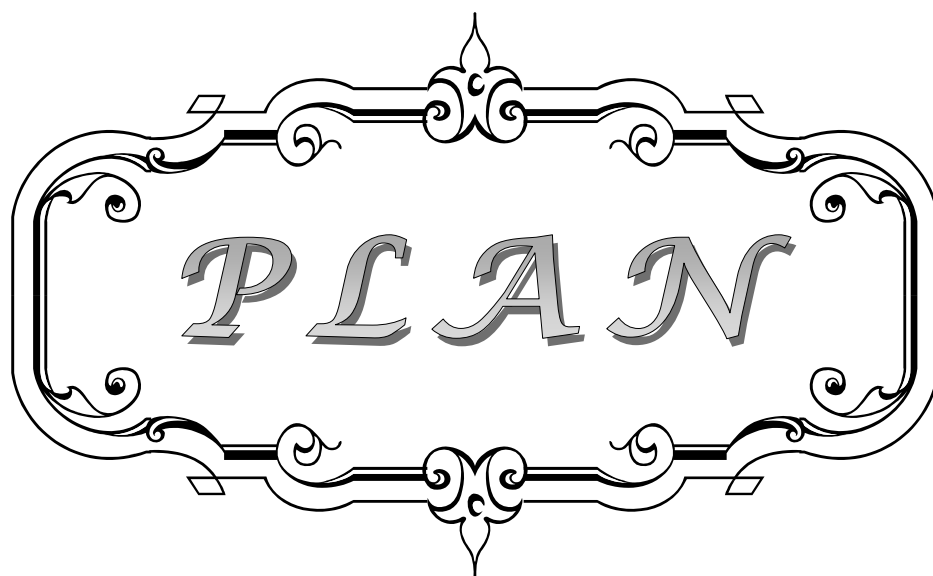


ABBREVIATIONS

A decorative, ornate frame with a central floral motif at the top and bottom, and curved, scroll-like sides. The word "ABBREVIATIONS" is written in a stylized, italicized serif font within the frame.

Liste des abréviations

| | |
|-------------|--------------------------------------|
| PSA | : Pseudarthrose |
| CHU | : Centre hospitalier universitaire |
| AVP | : Accident de la voie publique |
| ECM | : Enclouage centromédullaire |
| FE | : Fixateur externe |
| PV | : Plaque vissée |
| NFS | : Numération formule sanguine |
| AG | : Anesthésie générale |
| GCS | : Greffe corticospongieux |
| GO | : Greffe osseux |
| DOM | : Décortication osteomusculaire |
| AINS | : Anti-inflammatoire non stéroïdiens |
| IRM | : Imagerie par résonance magnétique |
| BMP | : Protéine inductrice osseuse |
| PDSO | : Perte de substance osseuse |



| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION | 1 |
| MATÉRIELS ET MÉTHODES | 3 |
| RESULTATS | 5 |
| I. Données épidémiologiques | 6 |
| 1. La fréquence | 6 |
| 2. Le sexe | 7 |
| 3. L'âge | 8 |
| 4. Le coté atteint | 8 |
| II. Données étiologiques | 9 |
| 1. Le terrain | 9 |
| 2. Circonstances étiologiques | 9 |
| III. Etude radioclinique de la fracture initiale | 10 |
| 1. Etude clinique | 10 |
| 2. Etude radiologique | 11 |
| IV. Traitement appliqué à la fracture initiale | 12 |
| 1. le lieu du traitement | 12 |
| 2. Délai entre le traumatisme et le traitement initial | 12 |
| 3. Type de traitement initial | 13 |
| V. Causes et délai d'évolution vers la pseudarthrose..... | 14 |
| 1. Causes d'échec du traitement initial | 14 |
| 2. Délai entre le traitement initial et le diagnostic de la pseudarthrose | 15 |
| VI. Etude radioclinique de la pseudarthrose | 15 |
| 1. Etude clinique | 15 |
| 2. Etude radiologique et type de pseudarthrose | 18 |
| VII. Traitement de la pseudarthrose..... | 21 |
| 1. Traitement de la pseudarthrose aseptique | 21 |
| 2. traitement de pseudarthrose séptique | 29 |
| VIII. Suites opératoires..... | 30 |
| IX. Evolution | 30 |
| 1. complications précoces | 30 |
| 2. complications tardives | 30 |
| X. Résultats du traitement | 30 |
| 1. Délai de consolidation | 31 |
| 2. Résultats fonctionnels | 31 |
| 3. Résultats osseux | 32 |
| 4. Résultats globaux | 32 |
| 5. Résultats analytiques | 34 |
| DISCUSSION | 35 |
| I. La consolidation osseuse | 36 |
| 1. Définition | 36 |
| 2. Les modes de consolidation..... | 36 |

| | |
|---|------------|
| 3. les différents éléments participants à la consolidation | 40 |
| II. Etude épidémiologique | 41 |
| 1. La fréquence | 41 |
| 2. L'âge et le sexe | 41 |
| III. Etude étiologique | 42 |
| 1. Antécédents pathologiques et terrain | 42 |
| 2. Circonstances étiologiques | 43 |
| IV. Etude radioclinique de la fracture initiale | 44 |
| 1. Etude clinique | 44 |
| 2. Etude radiologique | 47 |
| V. Traitement initial de la fracture | 50 |
| 1. Délai entre le traumatisme initial et le traitement appliqué | 50 |
| 2. Analyse du traitement initial: | 51 |
| VI. Etude de la pseudarthrose | 62 |
| 1. Définition | 62 |
| 2. Etiopathogénie | 62 |
| 3. Anatomopathologie | 67 |
| 4. Etude clinique | 68 |
| 5. Etude radiologique | 70 |
| 6. Biologie | 71 |
| VII. Traitement de la pseudarthrose | 71 |
| 1. Historique | 71 |
| 2. Thérapeutique préopératoire | 74 |
| 3. Traitement chirurgical | 74 |
| VIII. Suites opératoires immédiates et tardives | 139 |
| 1. Complications Immédiates | 139 |
| 2. Complications tardives | 140 |
| IX. Résultats thérapeutiques | 142 |
| 1. Résultats osseux | 142 |
| 2. Résultats fonctionnels | 143 |
| X. Prévention | 145 |
| 1. Prévention primaire | 145 |
| 2. Prévention secondaire | 145 |
| 3. Prévention tertiaire | 145 |
| CONCLUSION | 146 |
| ANNEXES | 148 |
| RESUMES | 154 |
| BIBLIOGRAPHIE | 161 |



INTRODUCTION

La pseudarthrose diaphysaire quelle soit septique ou aseptique constitue l'une des complications les plus redoutables en chirurgie traumatologique tant par ces conséquences immédiates que lointines. Elle succède souvent à une fracture avec ostéosynthèse mal faite et constitue un sujet d'actualité débattu en raison des difficultés de son traitement. Celui-ci reste un défi long et difficile.

La survenue de la pseudarthrose après un traitement de la fracture de la diaphyse fémorale est relativement rare et estimée entre 5 et 10% de l'ensemble des fractures de la diaphyse fémorale, et peut atteindre jusqu'à 30% en cas de facteurs de risques locaux et généraux.[11,58]

Parmi les facteurs de risques, on différencie ceux liés à la fracture elle-même, au traitement de celle-ci, et ceux liés au patient. Certains demeurent non influençables, tel que la localisation anatomique, les lésions cutanées ou vasculaires provoquées par le traumatisme, l'âge ou le terrain particulier du patient, contrairement à ceux liés au traitement.

Le traitement de ces lésions est difficile et encore plus en présence d'un faible capital osseux, de fragments osseux de petite taille difficiles à stabiliser. Diverses techniques chirurgicales ont été proposées : l'enclouage centromédullaire, la plaque vissée, le fixateur externe, avec des gestes associés (la greffe osseuse et la décortication de Judet).

Ces techniques visent d'une part à stabiliser le foyer, et d'autre part à permettre la consolidation osseuse. L'irradication de l'infection nécessite parfois une excision osseuse étendue créant soit de grands défauts osseux soit des raccourcissements importants. Ce qui entraîne des séquelles fonctionnelles, avec retentissement socio-économique important puisque la pseudarthrose touche essentiellement l'adulte jeune socialement actif.

Le but de notre travail est d'étudier les différentes techniques chirurgicales et leurs indications respectives de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale dans le service de traumatologie orthopédie A du CHU Mohammed VI de Marrakech.



MATERIELS & METHODES

C'est une étude descriptive rétrospective à propos de 20 cas de pseudarthrose de la diaphyse fémorale, colligées au service de traumatologie-orthopédie A du CHU Mohammed VI de MARRAKECH, sur une période de 6 ans, allant de janvier 2010 à décembre 2015.

● **Les critères d'inclusion :**

Adultes hommes et femmes présentant une pseudarthrose de la diaphyse fémorale post-fracturaire traités dans le service de traumatologie orthopédie de CHU Mohemmed 6 de Marrakech.

● **Les critères d'exclusion :**

- Patients aux dossier incomplets
- Patients âgés de moins de 16 ans
- Patients n'ayant pas accepter la prise en charge thérapeutique.

● **Mode de recueil des donnés :**

La collecte des données s' est faite à partir des registres d'hospitalisation de service de traumatologie orthopédie A du CHU Mohemmed VI de Marrakech,des dossiers médicaux des patients et Comptes rendus opératoires au moyen d'une fiche d'exploitation(voir l'annexe).

● **Obstacles et difficultés :**

Diverses difficultés ont été rencontrés à savoir :

- Dossiers et adresses des patients souvent incomplets
- Difficultés de gestion et de conservation des dossiers
- Certains patients ont été perdus de vue après quelques consultations.



RESULTATS

I. Données épidémiologiques :

1. La fréquence :

Sur une période de 6 ans ,allant de janvier 2010 à décembre 2015,nous avons recensé 250 cas de fracture de la diaphyse fémorale dans notre service dont 20 cas se sont compliqués de PSA.

De ce fait la fréquence de la PSA de la diaphyse fémorale est estimée à 8%.La répartition des nouveaux cas selon les années était comme suivant :

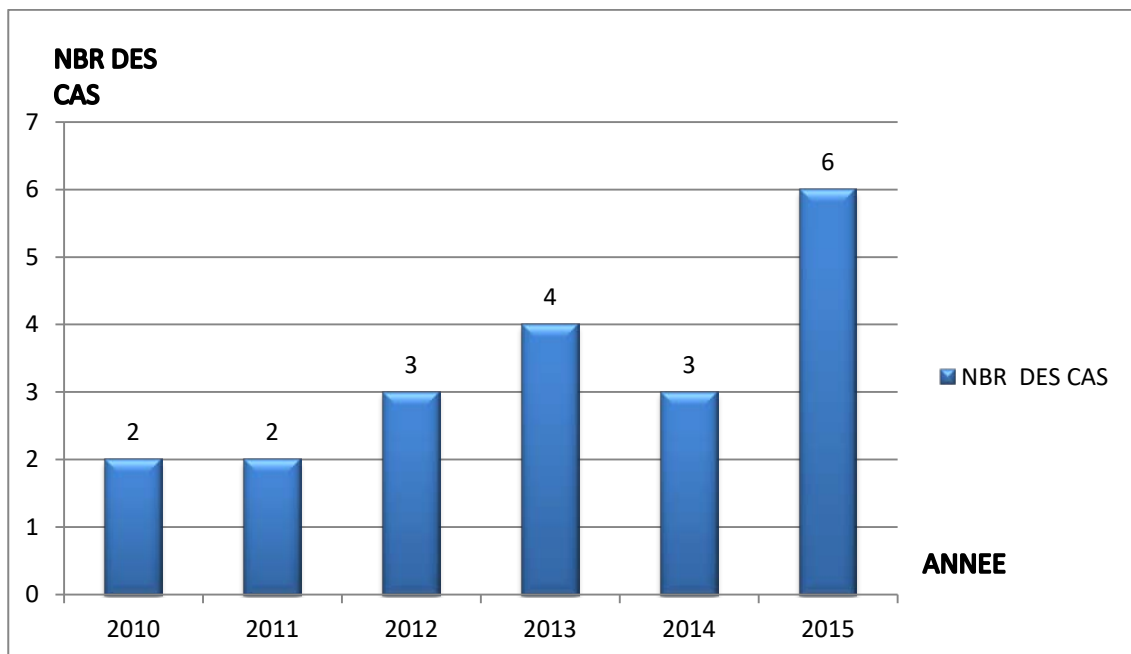


Figure 1: Incidence de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale de 2010 à 2015

Nous avons noté une augmentation relative de l'incidence de la pseudarthrose dans les années 2015 par rapport aux années précédentes.

2. Le sexe :

Sur les 20 observations ,nous avons noté la prédominance du sexe masculin :

18 personnes étaient de sexe masculin ,soit 90% et 2 de sexe féminin,soit 10%,qui est probablement en rapport avec une hyperactivité de l homme et donc une exposition plus importante aux accidents de la voie publique et de travail.

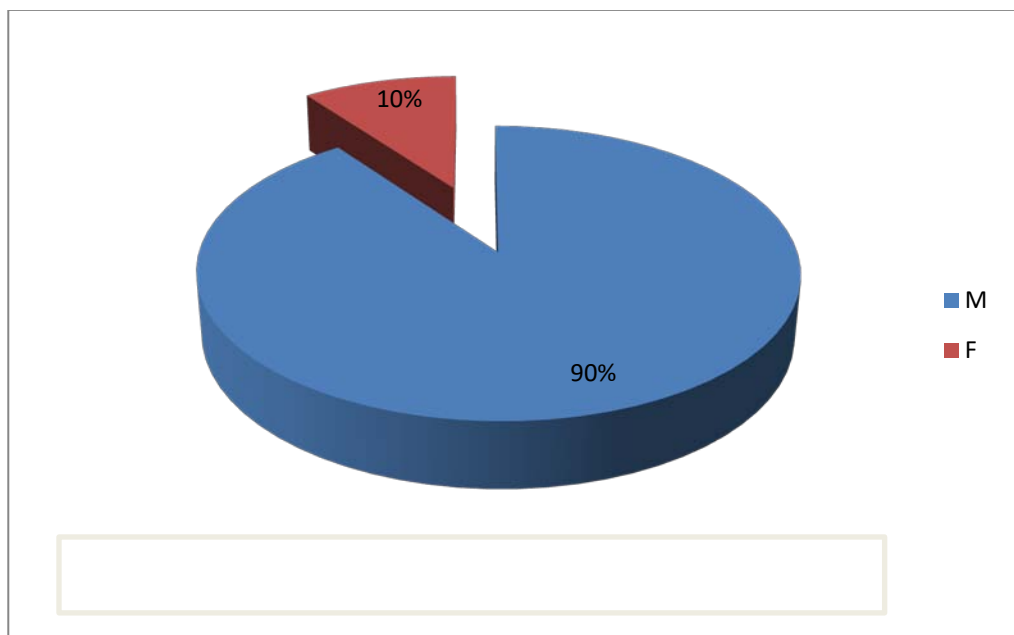


Figure 2 :Répartition des patients selon le sexe

3. L' âge :

La moyenne d'âge de nos patients était de 34,8 ans avec des extrêmes allant de 16 ans à 63 ans.

15 pseudarthroses de la diaphyse fémorale ,soit 75% ont été observé chez des patients ayant un âge entre 16 et 40 ans ,ce qui correspond à la tranche d'âge la plus active.

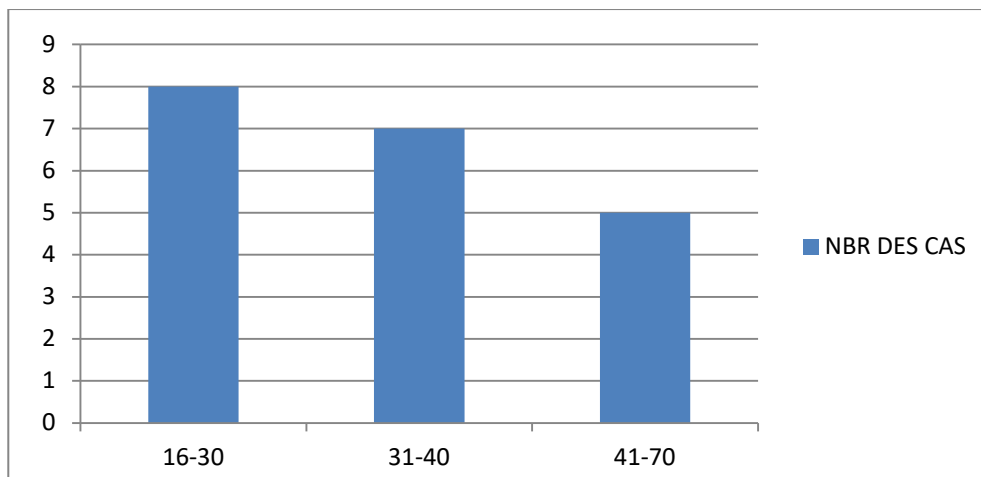


figure 3 : Répartition des patients selon l'âge

4. Le coté atteint :

Dans notre série,le côté gauche était atteint dans 55%(11 cas) alors que le côté droit dans 45%(9 cas).

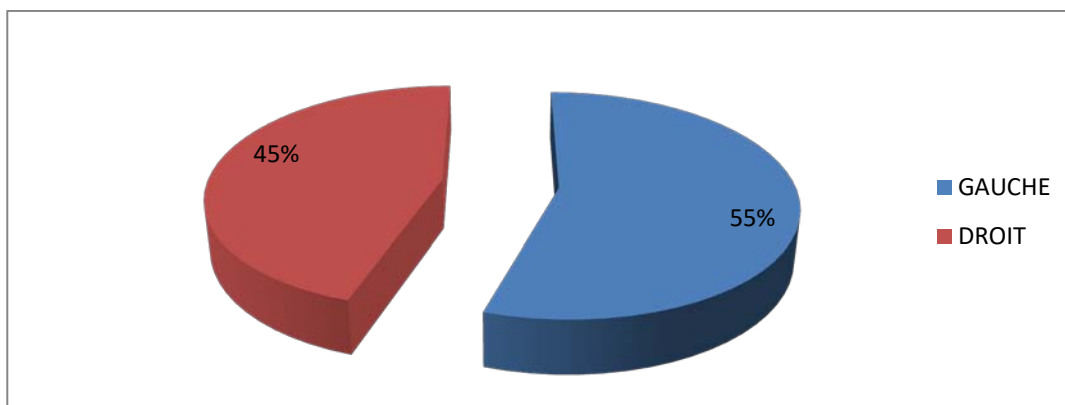


Figure 4 : Répartition des patients selon le côté atteint

II. Données étiologiques :

1. Le terrain :

Dans notre étude, 11 patients soit 55% avaient un terrain particulier sur lequel s'est développée la pseudarthrose. 30% des patients de la série étaient tabagiques.

Tableau I : Répartition des patients en fonction du terrain

| Terrain | Nbr des cas | Pourcentage % |
|--------------|-------------|---------------|
| Tabac | 6 | 30% |
| Diabète | 2 | 10% |
| HTA | 1 | 5% |
| Cardiopathie | 1 | 5% |
| Alcool | 1 | 5% |
| Total | 11 | 55% |

2. Circonstances étiologiques :

La survenue de la fracture de la diaphyse fémorale a été consécutive essentiellement à 2 étiologies :

- AVP : 18 cas soit 90%
- Chute d'un lieu élevé : 2 cas soit 10%

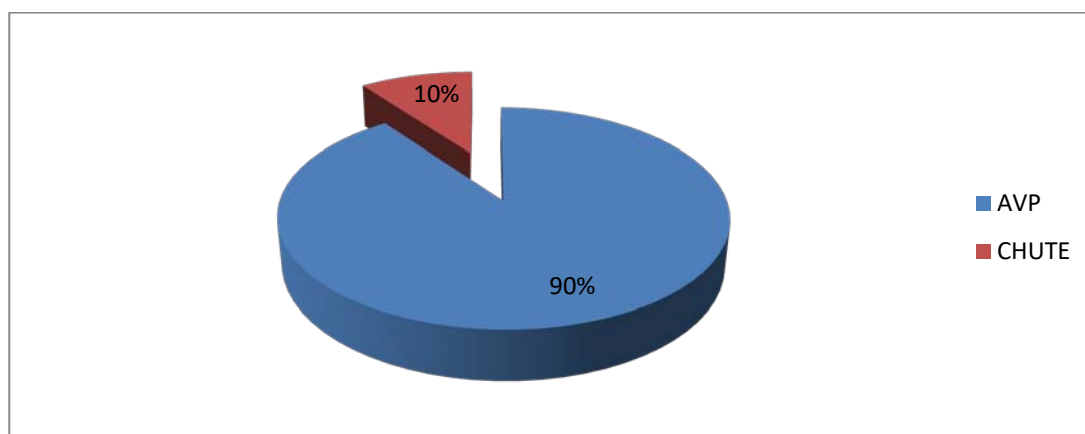


Figure 5 : Répartition selon le traumatisme causal

Les fractures initiales du fémur ont été dû principalement au AVP.

III. Etude radioclinique de la fracture initiale :

1. Etude clinique :

1.1. L'examen initial :

L'examen clinique initial est basé sur un examen local, locorégional et général.

Presque tous nos patients ont présenté :

- Une impotence fonctionnelle absolue avec raccourcissement et impossibilité de décoller le membre inférieur atteint du plan de la table.
- Une douleur de la cuisse traumatisée, vive et persistante.
- Une attitude vicieuse en adduction et rotation externe.
- Une tuméfaction de la cuisse traumatisée.
- Un seul cas présentant un état de choc pour laquelle il a été hospitalisé au service de réanimation pendant 15 jours

1.2. lésions cutanées :

Sur les 20 cas de fracture de la diaphyse fémorale, nous avons noté 14 cas de fractures fermées soit 70% avec 6 cas de fractures ouvertes soit 30% dont 5 classées type 2 et une fracture type 1 selon la classification de **Cauchoix et Duparc**.

Tableau II : Répartition des cas selon l'ouverture cutanée

| ETAT DE LA PEAU | | NBR DES CAS | POURCENTAGE |
|-----------------|-----|-------------|-------------|
| FERMEES | | 14 | 70% |
| OUVERTES | I | 1 | 5% |
| | II | 5 | 25% |
| | III | 0 | 0% |

1.3. lésions vasculo-nerveuses :

Aucune lésions vasculo-nerveuses n'a été rapportée.

1.4. lésions traumatiques associées :

Dans notre série la fracture de la diaphyse fémorale était :

- Isolée dans 14cas soit 70 %
- Associée à d autres lésions dans 6 cas soit 30%,il s'agissait de :
 - ✓ Polyfracturés :1 cas
 - ✓ Fracture de la fibula controlatérale :1 cas
 - ✓ Fracture du fémur controlatéral :2 cas
 - ✓ Fracture bimalléolaire homolatérale :1 cas
 - ✓ Fracture du tibia homolatéral :1 cas

2. Etude radiologique :

L'analyse radiologique de la fracture initiale faite sur les incidences de face et de profil a permis de retenir les résultats suivants :

2.1. siège du trait de fracture :

Nous avons essayé d'établir les rapports pouvant exister entre la localisation de la fracture sur la diaphyse fémorale et le développement ultérieur de la pseudarthrose ,ainsi,nous avons relevé :

Tableau III :Répartition des cas selon le siège du trait de fracture

| Siège du trait de fracture | Nbr des cas | Pourcentage % |
|----------------------------|-------------|---------------|
| 1/3 SUP | 3 | 15 % |
| jonction 1/3 sup et moy | 2 | 10 % |
| 1/3 moy | 12 | 60 % |
| jonction 1/3 moy et inf | 2 | 10 % |
| 1/3 inf | 1 | 5 % |

Nous avons constaté une très large prédominance des localisations des PSA au niveau du tiers moyen de la diaphyse fémorale.

2.2. Le trait de fracture :

Nous avons réparti les fractures de la diaphyse fémorale en fracture simple et complexe en fonction du type de trait de fracture ,selon la classification de l'AO , les résultats étaient comme suit :

Tableau IV : Répartition des cas selon le type du trait de fracture

| Type de trait de fracture | Fractures simples (16) | | | Fractures complexes (4) |
|---------------------------|------------------------|--------|----------|-------------------------|
| | transversal | Olique | spéroïde | |
| Nbr des cas | 5 | 6 | 5 | 4 |
| Pourcentage | 25% | 30% | 25% | 20% |
| Total | 80% | | | 20% |

– Les fractures simples étaient prédominantes dans 80% des cas.

IV. Traitement appliqué à la fracture initiale :

1. Le lieu du traitement :

Selon le lieu de traitement,on distingue :

- Les patients traités dans le service de chirurgie traumatologique et orthopédique du CHU Med VI de Marrakech :18 cas soit 90%
- Les patients traités dans d'autres centres hospitaliers :2 cas soit 10%
- Pas de cas traité traditionnellement.

2. Délai entre le traumatisme et le traitement initial :

Pour les patients traités au service,le traitement chirurgical a été instauré dans les délais variables de 1 à 20 jours.pour le reste des cas ce delai n'a pas pu être précisé.

3. Type du traitement initial :

- Le traitement chirurgical utilisé chez nos patients était :
 - L' enclouage centromédullaire
 - La plaque vissée
 - Le fixateur externe

Tableau V : Répartition des cas selon le traitement de la fracture initiale.

| Traitement | Nbr des cas | Pourcentage |
|------------|-------------|-------------|
| ECM | 5 | 25% |
| PV | 9 | 45% |
| FE | 6 | 30% |

Presque la moitié des patients de notre série étaient traités initialement par plaque vissée soit 45%,le fixateur externe a été utilisé dans 30% des cas alors que l'enclouage centromédullaire n'a été utilisé que dans 25%.



Figure 6 : Patient agé de 28 ans ,présentant une fracture simple de tiers moyen de la diaphyse fémorale et traitée initialement par PV

V. Causes et délai d'évolution vers la pseudarthrose

1. Causes d'échec du traitement initial :

Nous avons constaté que la pseudarthrose de la diaphyse fémorale étaient survenues après échec du traitement initial.

Cependant l'hypothèse retenue de la survenue de la pseudarthrose était :

- Chez 9 patients traités par plaque vissée :
 - ✓ Un appui précoce avec une cassure de la plaque, constatée chez 3 patients
 - ✓ La présence d'une vis dans le foyer de fracture constatée chez 3 patients
 - ✓ Vissage insuffisant avec démontage de la plaque vissée constatée chez 3 patients.

- Chez 5 patients traités par un ECM, nous avons constaté l'appui précoce par les malades, une taille inadaptée du clou (longueur et diamètre), absence de verouillage distal sur fracture complexe de la diaphyse fémorale.

- Sur les 6 échecs de fixateur externe, il s'agissait d'un défaut de rigidité du montage d'une part, et d'autre part l'aggravation de l'instabilité de ce montage par la suppuration et la nécrose osseuse.

Donc on peut retenir le rôle certain des techniques chirurgicales défectueuses, ainsi que des ostéosyntheses mal faites ou insuffisamment contentives, dans la genèse de ces pseudarthroses.

2. Délai entre le traitement initial et le diagnostic de la pseudarthrose :

C'est le temps écoulé depuis le traitement initial de la fracture jusqu'à la ré-intervention pour la cure de la pseudarthrose.

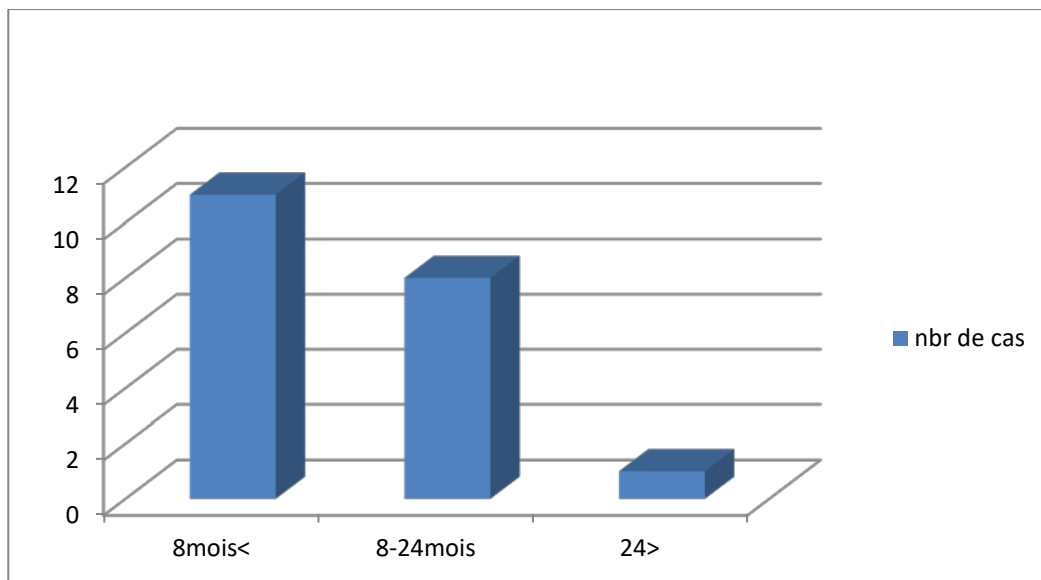


Figure 7: Délai d'évolution en fonction de nombre des cas

Dans notre série, le délai moyen d'évolution vers la pseudarthrose de la diaphyse fémorale était de 8,5 mois.

VI. Etude radioclinique de la pseudarthrose

1. Etude clinique :

1.1. signes fonctionels :

Nous avons noté chez tous nos patients la présence de 3 symptômes à savoir la douleur en regard de l'ancien foyer de fracture, l'impotence fonctionnelle du membre concerné partielle ou totale, une sensation d'instabilité du membre.

1.2. Signes physiques :

L'examen clinique de nos patients a objectivé :

- Une mobilité anormale en regard de foyer fracturaire chez 18 patients.
- Une douleur en regard du foyer de PSA :chez19 cas.
- Une tuméfaction de la cuisse a été retrouvée chez 12 cas .
- Un raccourcissement moyen qui varie entre 4 cm et 6 cm a été trouvé chez 6 patients.
- Nous n'avons pas relevé de troubles vasculo-nerveuses
- Un sepsis avec issu de pus chez un patient.



Figure7 :Patient agé de 39 ans ,traité initialement pour une fracture de la jonction 1/3 moyen 1/3inferieur de la diaphyse fémorale droite,qui s'est présenté dans notre formation pour des douleurs en regard du foyer de l'ancienne fracture avec impotence fonctionnelle totale du membre inférieur et une mobilité du foyer.l'examen clinique a montré un raccourcissement du membre de 2 cm,et une hypertrophie de quadriceps.



Figure 8 : Patient âgé de 50 ans ,traité initialement pour une fracture du 1/3 moyen de la diaphyse fémorale droite par un fixateur externe ,qui s'est présenté dans notre formation pour une impotence fonctionnelle totale de membre inférieur et une instabilité de foyer.l' examen clinique a montré un raccourcissement de 6 cm .

1.3. La nature de la pseudarthrose :

Préciser la nature de la pseudarthrose est d'importance capitale car de là découle la stratégie thérapeutique à adopter.

Dans notre série nous avons trouvé :

- 18cas de pseudarthroses aseptiques ,soit 90%
- 2 cas de pseudarthroses séptiques,soit 10%

2. Etude radiologique et type de pseudarthrose :

– Dans notre série ,nous nous sommes basé essentiellement sur des critères radiologiques pour déterminer le type de la pseudarthrose : atrophique, hypertrophique ou eutrophique.

-La répartition des cas a été comme suit :

- Eutrophique :6 cas
- Hypertrophique :9 cas
- Atrophique :5 cas

Tableau VI :répartition du type de la PSA selon sa nature septique ou aseptique

| type de la PSA | Aseptique | | Septique | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Nbr des cas | Pourcentage | Nbr des cas | Pourcentage |
| Atrophique | 4 | 20% | 1 | 5% |
| Hypertrophique | 9 | 45% | 0 | 0 |
| Eutrophique | 5 | 25% | 1 | 5% |

Dans notre série 45% des PSA étaient aseptiques et hypertrophiques.



Figure 9:Patiente âgée de 60 ans présentant une pseudarthrose hypertrophique aseptique du tiers moyen de la diaphyse fémorale, traitée initialement par ECM dynamique par défaut d'amplificateur de brillance



Figure 10 : Patient âgé de 20ans, présentant une PSA atrophique aseptique de la diaphyse fémorale traitée initialement par un FE .



Figure 11: Patiente de 38 ans présentant une PSA hypertrophique du tiers moyen de la diaphyse fémorale traitée initialement par PV .



Figure 11 :Patient agé de 28 ans ,présentant une pseudarthrose eutrophique du tiers supérieur de la diaphyse fémorale gauche ,traitée initialement par un ECM (Clou gama long)qui arrive jusqu'à genou. .

VII. Traitement de la pseudarthrose

1. Traitement de la pseudarthrose aseptique :

1.1. Installation du patient :

- Installation en décubitus latéral :14 cas soit 70%
- Installation en décubitus dorsal :6 cas soit 30%
- Installation sur une table ordinaire :16cas soit 80%
- Installation sur une table orthopédique :4 cas soit 20%



Figure 12 :nstallation du malade en décubitus latéral

1.2. L'anesthésie :

Dans notre série,12 patients soit 60% avaient bénéficié d'une anesthésie générale et 8 patients soit 40% avaient bénéficié d'une rachianesthésie.

1.3. voie d'abord :

Seule la voie d'abord postéro-latérale a été utilisée chez tous nos patients.



Figure 13 :Voie d'abord postéro-latérale

1.4. moyens de stabilisation osseuse :

a. l'enclouage centro-médullaire :

- Un ECM a verouillage statique a été utilisé chez 11 patients soit 55 % ayant une pseudarthrose aseptique de la diaphyse fémorale.
- Un ECM simple a été utilisé chez 5 patients soit 25 % ayant une pseudarthrose aseptique de la diaphyse fémorale.

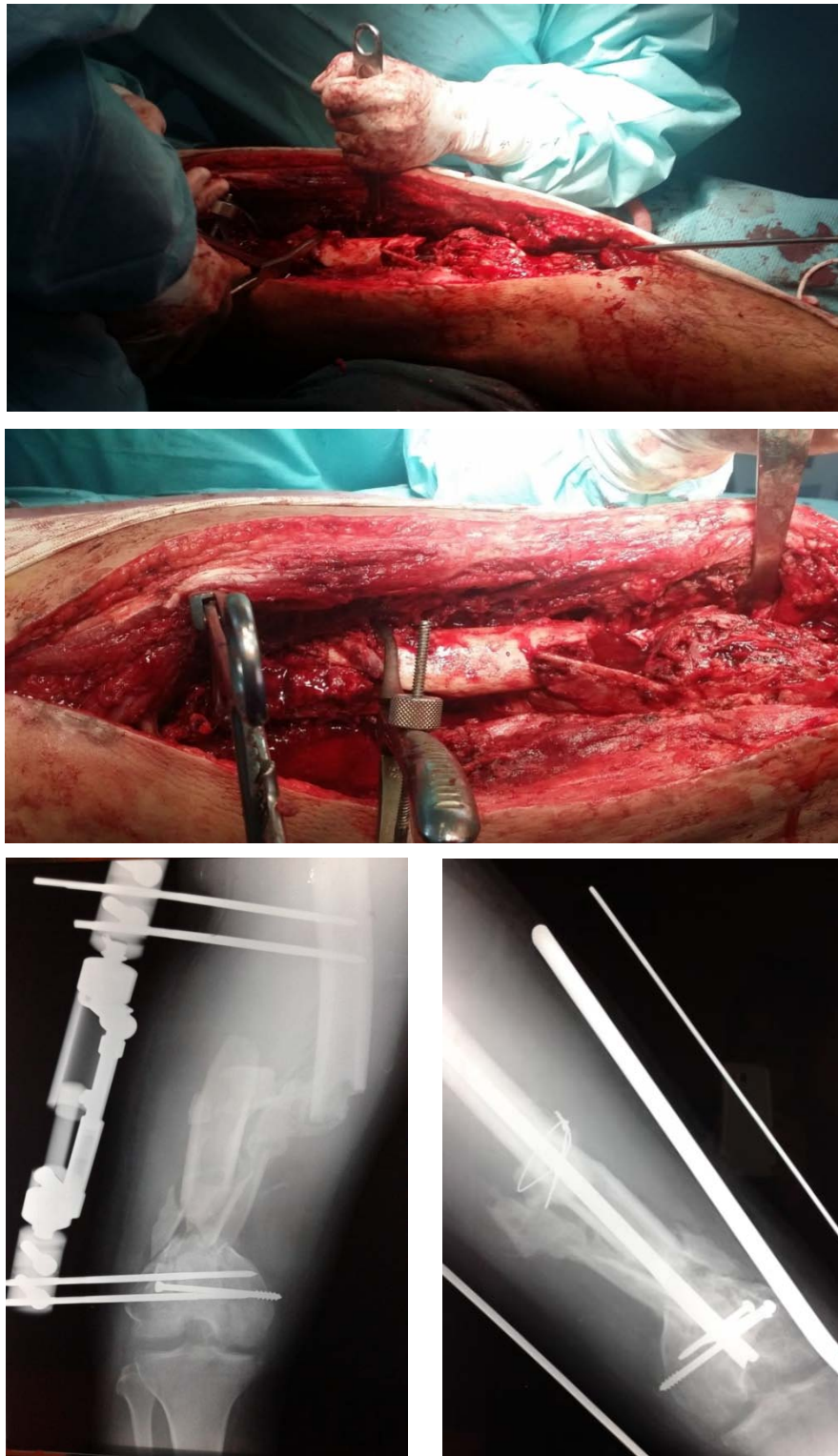


Figure 14 :Patient âgé de 39 ans présentant une PSA de la jonction 1/3 moyen et 1/3 inférieur de la diaphyse fémorale et l'extrémité inférieure du fémur traitée initialement par un fixateur externe et reprise par ECM rétrograde a verouillage statique+GCS+cerclage des fragments

b. la plaque vissée :

Elle a été utilisée chez 3 patients : les 2 patients ayant une pseudarthrose aseptique hypertrophique de la diaphyse fémorale ont été traités par la technique de double plaques, alors que l'autre patient ayant une pseudarthrose septique atrophique a été traité par une seule plaque.

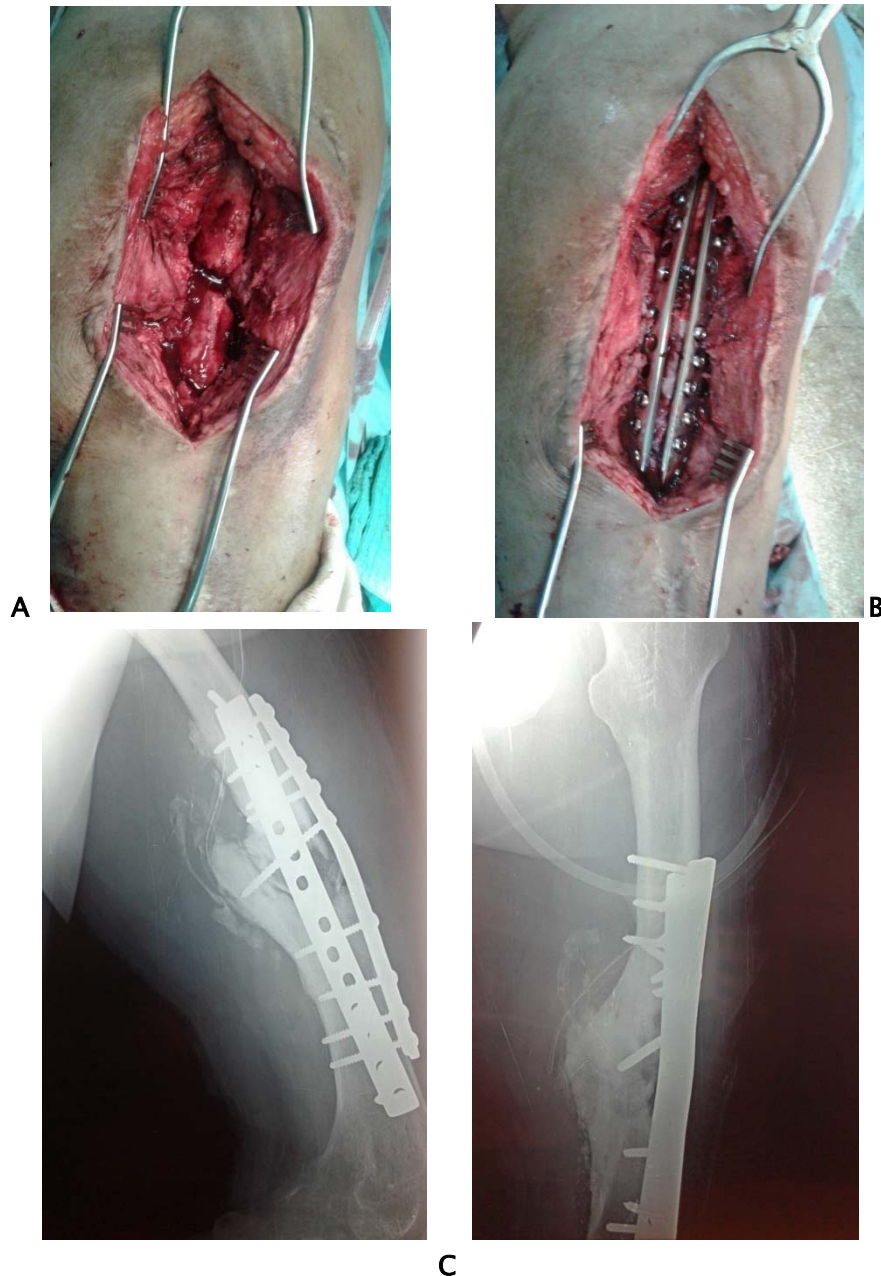


Figure 15(A+B+C) : Patient agé de 60 ans présentant une pseudarthrose de 1/3 moyen de la diaphyse fémorale traitée initialement par ECM dynamique et reprise par double plaques vissées+GCS

1.5. Moyens de stimulation de l'ostéogénèse :

a. Décortication ostéo-musculaire

Cette technique a été utilisée chez 4 patients

b. Greffe cortico-spongieuse :

- La greffe cortico-spongieuse a été prélevée au niveau de la crête iliaque antéro-supérieure homolatérale.
- Cette technique a été associée à la technique de l'ECM chez 11 cas et à la PV chez 3 cas.



Figure 16 : Prélèvement d'un greffon corticospongieux sur l'aile iliaque antéro-supérieure.

Tableau VII: Tableau récapitulatif des traitements appliqués sur les différents types de pseudarthrose aseptique

| TYPE DE TTT /TYPE DE PSA | Hypertrophique | Atrophique | Eutrophique | Total |
|--------------------------|----------------|------------|-------------|-------|
| ECM SEUL | 2 | 1 | 2 | 5 |
| ECM+GCS | 3 | 2 | 1 | 6 |
| ECM+GCS+DOM | 1 | 1 | 1 | 3 |
| ECM+GCS+CERCLAGE | 0 | 0 | 1 | 1 |
| ECM+GCS+DOM+CERCLAGE | 1 | 0 | 0 | 1 |
| PV+GCS | 2 | 1 | 0 | 3 |



Figure 17 :Patient agé de de 31 ans présentant une pseudarthrose eutrophique aseptique de la diaphyse fémorale sur fracture de la PV et reprise par ECM verouillié.

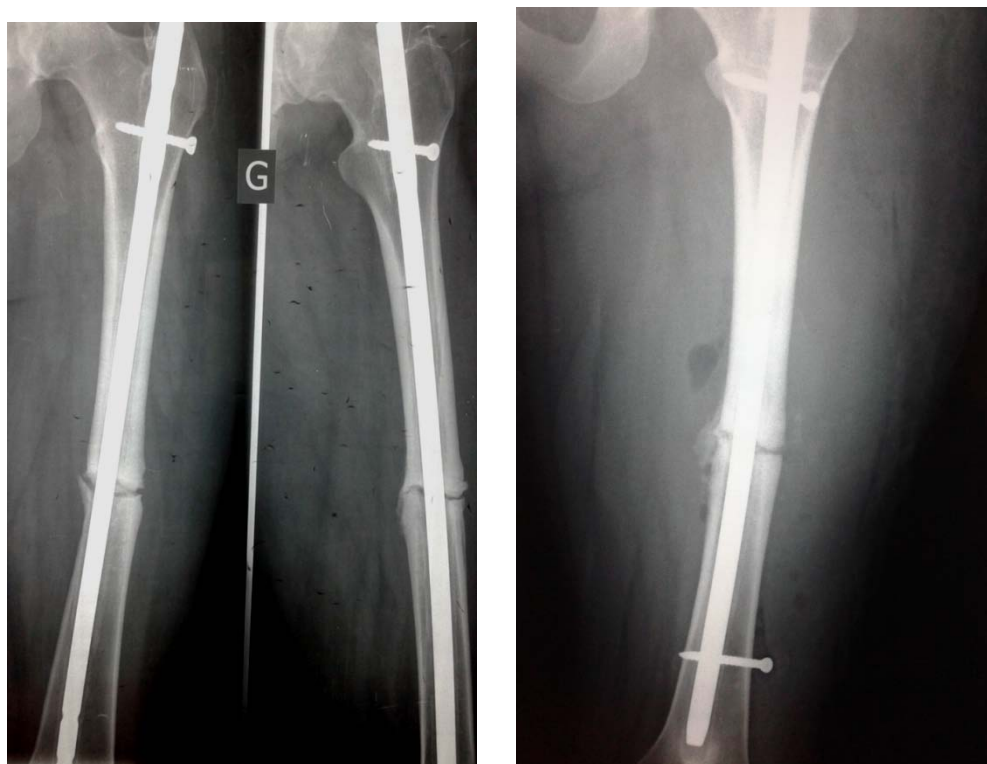


Figure 18 :Patiente de 24 ans ,présentant une pseudarthrose eutrophique aseptique de la diaphyse fémorale traitée initialement par ECM et reprise par ECM a verouillage distal+GCS

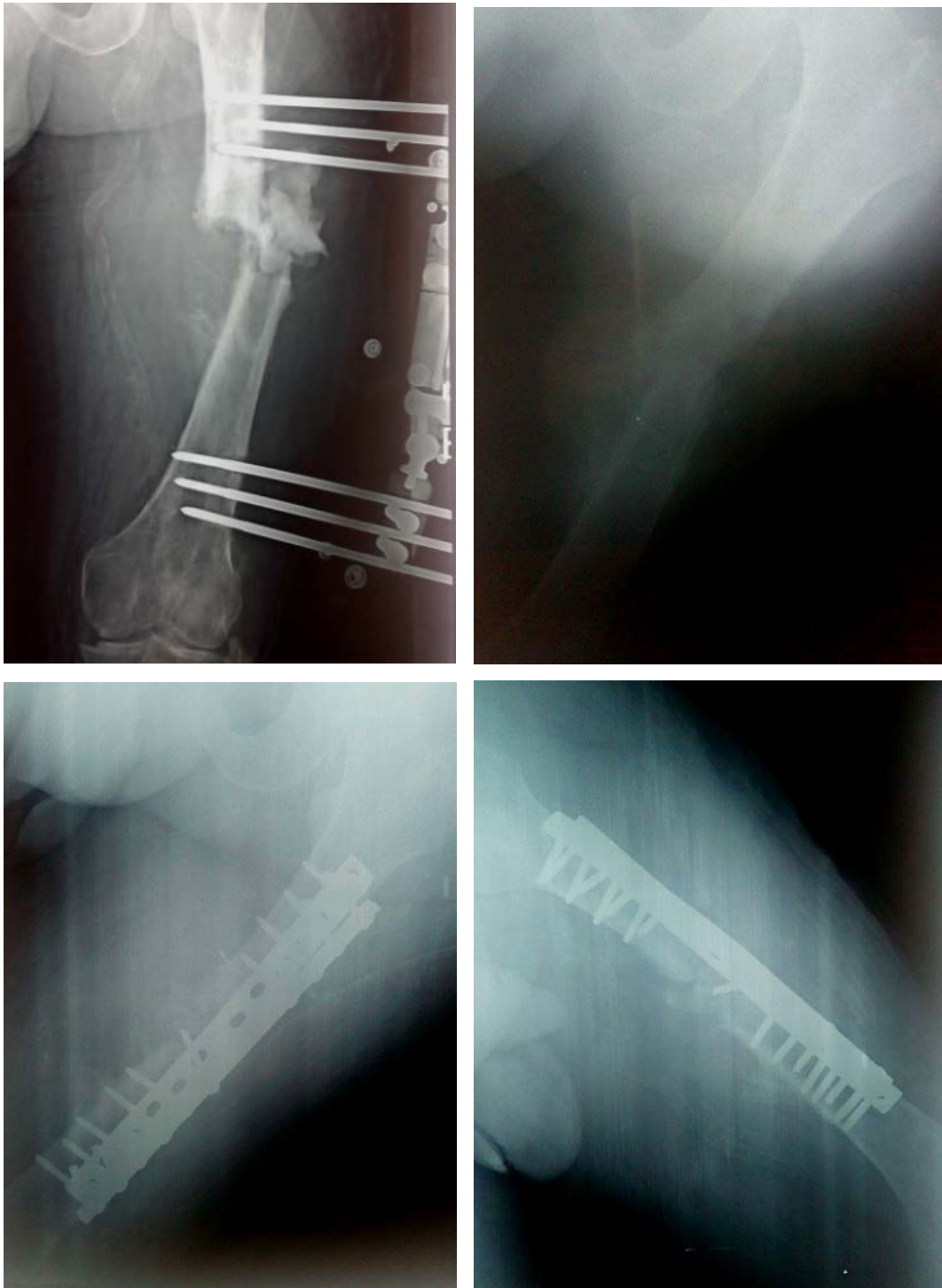


Figure19: Patient de 63 ans ,présentant une PSA eutrophique du tiers moyen de la diaphyse fémorale traitée initialement par ECM dynamique ,6 mois après le patient a fait un sépsis nécessitant la mise en place d' un FE+Spacer ciment à la gentamycine ,4 mois après l'ablation de FE reprise par double plaques+GCS

2. Traitement de pseudarthrose septique :

1.1. Mise à plat et antibiothérapie :

Les deux cas de pseudarthrose septique dans notre série ont eu une mise à plat chirurgicale de l'infection ,drainage du pus excision des tissus nécrosés et une mise en place d'un spacer ciment à la gentamycine .

Le germe responsable dans les 2 cas est :le staphylocoque aureus.

L'antibiothérapie utilisée pour éradiquer cette infection est en fonction de l'antibiogramme.

La durée moyenne de traitement a été de 8 semaines.

1.2. Fixateur externe :

Dans notre série ,un cas de pseudarthrose a été traité par fixateur externe type lowcost ,l'autre cas a été traité par plaque vissée+ spacer ciment, en tant que traitement d'appoint de l'infection, elle a été remplacée après assèchement par :un ECM dans les 2 cas.



Figure20 :Patient âgé de 45 ans ,présentant une pseuarthrose eutrophique septique de la diaphyse fémorale traitée initialement par plaque vissée et reprise par un fixateur externe type Lowcost

VIII. Suites opératoires

Tous nos patients ont bénéficié :

- D'une antibioprophylaxie
- D'une héparinothérapie à dose prophylactique
- D'un traitement antalgique
- D'un drainage pour une durée moyenne de 3 jours
- La rééducation était systématique démarrée après la sortie(mobilisation du genou)

IX. Evolution :

1. Complications précoces :

- Une infection locale notée chez un seul patient, jugulée par antibiothérapie.
- Un hématome post-opératoire : aucun cas
- Un accident thrombo-embolique : aucun cas

2. Complications tardives :

- Cal vicieux : aucun cas
- Raideur : 4 cas ont présenté une raideur du genou en extension entre 0°-45°
- Racourcissement : 3 cas avec une moyenne de 3 cm.

X. Résultats du traitement :

Dans notre série, 17 patients ont bien évolué et ont consolidé soit 85 % des cas .

Le recul moyen était de 22 mois.

1. Délai de consolidation :

Le délai de consolidation a été calculé en fonction du premier cliché visualisant la consolidation.

Il variait entre 3 mois et 12 mois avec un délai moyen de 6,17 mois

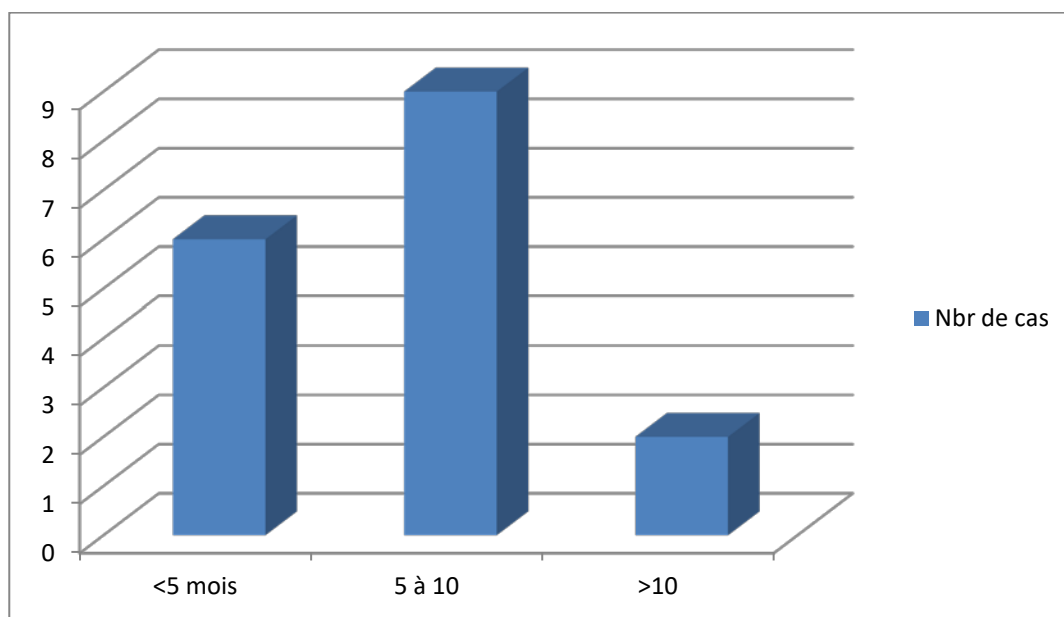


Figure 21 : Répartition des cas de pseudarthrose selon le délai de consolidation

2. Résultats fonctionnels :

Pour l'évaluation des résultats fonctionnels, nous avons utilisé la classification d'ASAMI [187] qui est basée sur cinq paramètres :

- Boitrie : 3 cas soit 15%
- Raideur articulaire 4 cas soit 20%
- Dystrophie des parties molles : 2 cas soit 10 %
- Persistance de la douleur : 2 cas soit 10 %
- Reprise de l'activité normale : 14 cas soit 70%

3. Résultats osseux :

Les critères sur lesquels nous sommes basés pour évaluer notre traitement selon la classification d'ASAMI[187] sont:

- La consolidation osseuse :17 cas soit 85%
- La déformation en rotation externe ou interne :4 cas soit 20%
- La persistance de l'infection :1 cas soit 5%
- Le raccourcissement :3 cas soit 15%
- Persistance de la pseudarthrose :3 cas soit 15 %

4. Résultats globaux :

Le résultat final du traitement était jugé :

4.1. Bon si :

- Consolidation radio clinique parfaite
- Absence de douleur
- Raccourcissement inférieur à 2 cm
- Mobilité des articulations sus et sous jacentes
- Pas de troubles trophiques.

4.2. Moyen si :

- Consolidation radio clinique parfaite
- Absence de douleur
- Raccourcissement entre 2 et 3
- Mobilité des articulations sus et sous jacente légèrement diminuée
- Pas de troubles trophiques

4.3. Mouvais si :

- PSA récurrente
- Cal douloureux
- Raccourcissement supérieur à 3 cm
- Mobilité des articulations sus et sous jacentes diminuée
- Troubles trophiques

Dans notre série , parmi les 20 cas de PSA, nous avons noté :

- 11 bons résultats soit 55%
- 6 moyens résultats soit 30%
- 3 mauvais résultats soit 15%

Tableau VIII : Répartition des patients selon les résultats globaux

| Résultat | bon | Moyen | Mouvais |
|-------------|-----|-------|---------|
| Nbr de cas | 11 | 6 | 3 |
| Pourcentage | 55% | 30% | 15% |

– Nous avons noté que 85% des résultats étaient moyens et bons .

La répartition des résultats selon la nature septique ou aseptique est représentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau IX: Répartition des patients selon la nature septique ou aseptique de la PSA

| Résultats | | Bon | Moyen | Mouvais |
|---------------|-------------|-----|-------|---------|
| | Nbr de cas | 0 | 0 | 1 |
| PSA septique | pourcentage | 0% | 0% | 5% |
| PSA aseptique | Nbr de cas | 11 | 6 | 2 |
| | pourcentage | 55% | 30% | 10% |

5. Résultats analytiques :

5.1. En fonction du délai d'évolution :

Tableau X :Résultat global en fonction du délai d'évolution

| Résultat global | Nombre de cas | Délais moyen d'évolution(mois) |
|-----------------|---------------|--------------------------------|
| Bon | 11 | 5,6 mois |
| Moyen | 6 | 8,8 mois |
| Mouvais | 3 | 11 mois |

Nous avons constaté que les résultats sont d'autant moins bons ,que le délai d'évolution est long.

5.2. En fonction de type de traitement appliqué :

Nous avons rassemblé les résultats globaux en fonction du type du traitement dans le tableau suivant :

Tableau XI : Résultat global en fonction du traitement appliqué à la PSA.

| | Résultats globaux | | |
|---------------|-------------------|-------|---------|
| | Bon | Moyen | Mouvais |
| ECM seul | 2 | 1 | 2 |
| ECM+GCS | 9 | 3 | 0 |
| FE | 0 | 0 | 1 |
| double PV+GCS | 2 | 0 | 0 |

Nous avons constaté que 60% des bons et moyens résultats ont été retrouvés chez les patients traités par ECM associé à une GCS.



DISCUSSION

I. La consolidation osseuse :

1. Définition :[1]

La consolidation osseuse est le seul phénomène de cicatrisation de l'organisme qui aboutit à une reconstitution ad-integrum du tissu osseux lésé et au rétablissement de la continuité de l'os fracturé.

La fracture vient perturbé un tissu structuré, vivant, vascularisé et en perpétuel remodelage. Ce remodelage assure sa maintenance biologique et mécanique.

En effet, il existe un processus permanent de destruction- reconstruction : les ostéoclastes creusent des cones de ferage dans le tissu osseux et ouvrent la voie à des vaisseaux accompagnés d'ostéoblastes. ceux-ci vont déposer l'os nouveau orienté selon les contraintes mécaniques de l'os.

2. Les modes de consolidation

Classiquement deux modes de consolidation sont décrits. Cependant quelque soit le mode, le rôle primordial appartient au périoste à l'état des tissus mous environnants à la bonne vascularisation et à la vitalité du contenu des espaces interfragmentaires. [2]

2.1. La consolidation indirecte ou secondaire :

Il s'agit d'un processus associant de nombreux événements dont la succession dans le temps aboutit à la formation d'ostéoblaste puis d'un cal osseux et éventuellement à la restauration ad-integrum du tissu osseux. [3]

Elle se déroule en deux grandes étapes : la période d'union et la période de remodelage. [4]

a. Période d'union :

a.1. L'hématome fracturaire :

Après une fracture, il se produit un hématome provenant des extrémités fracturaires et des tissus mous environnants. Il s'y installe une réaction inflammatoire avec exsudation et infiltration histocytaire. La prolifération du vaisseau péri osseux restaure la continuité interrompue par le traumatisme. Les fibroblastes, les lymphoblastes, la substance fondamentale forment le nouveau tissu conjonctif ; les ostéoblastes et les chondroblastes forment la matrice osseuse et cartilagineuse. Cette étape est terminée en 7 jours.

a.2. Le cal mou :

Le tissu de granulation : les cellules précurseurs et les facteurs médiateurs locaux induisent la production collective des nouvelles cellules qui se différencient et s'organisent pour former de nouveaux vaisseaux, des cellules des soutiens et d'autres cellules. Ils forment le tissu de granulation mou dans l'espace inter fragmentaire. On peut voir apparaître à ce stade quelques ostéoclastes qui érodent les surfaces fracturaires. Cette phase dure en général deux semaines.

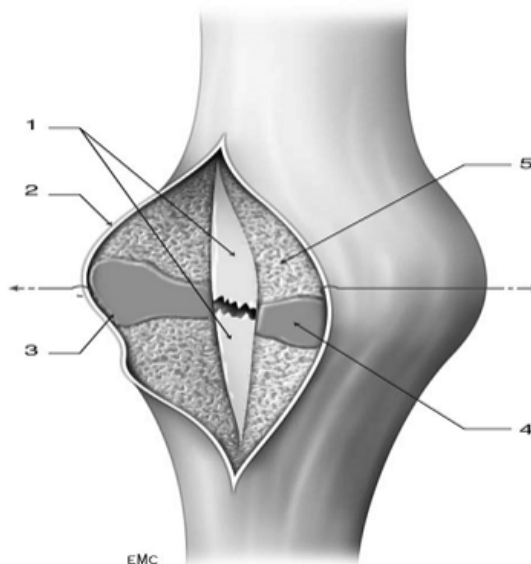


Figure 22 : Cal mou. Incision du cal périosté. Sous le périoste, un manchon d'os immature entoure chaque fragment. Anneau de cartilage autour du foyer. 1. Corticales fracturées ; 2. périoste ; 3. écaille osseuse en formation ; 4. manchon de cartilage ; 5. substance ostéoïde et os immature [5].

a.3. Le cal primaire :

les ostéolastes élaborent une matrice organique appelée substance ostéoïde dont la minéralisation fait apercevoir de l'os primaire amarrant les néoformations aux extrémités. au fur et à mesure de la formation et de la minéralisation de cal encore appelé cal d'encrage, la réaction cellulaire et l'œdème diminuent. Les fibres musculaires se resserrent, la tuméfaction s'efface. Progressivement le cal d'encrage des deux extrémités croît en direction du foyer et se rapproche pour ponter éventuellement les deux fragments. Le cal d'encrage et le cal en pont constituent le cal périosté par opposition au cal médullaire ou endosté. L'apport d'oxygène est important à cette phase.

Une fois qu'un certain degré de stabilisation est obtenu, l'espace entre les fragments est envahi par des cellules provenant soit de tissu de cal en pont, soit d'éléments médullaires ; le cal d'union est alors constitué. Cette phase est achevée vers la sixième semaine.

a.4. Le cal dur :

La minéralisation qui a débuté se poursuit pour envahir tout le cal en un véritable front de minéralisation enchondral. L'union osseuse devient assez solide et rigide.

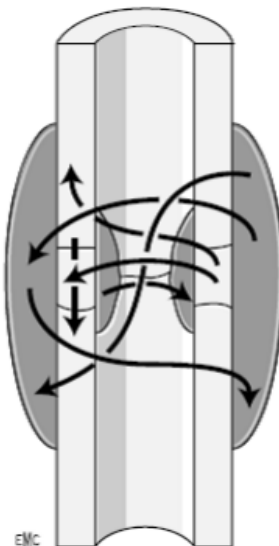


Figure 24 : Cal dur. L'os lamellaire primaire est orienté dans tous les plans de l'espace car il se forme en fonction des contraintes [5]

Le cal dur est composé soit d'os, soit de fibrocartilage. La réunion de cal externe et du cal endosté constituent le cal d'union et marque la fin de la première grande partie de la consolidation. Le dur est formé à partir de la seizième semaine.

b. La période de remodelage modelage

b.1. Phase de remodelage :

Elle est caractérisée par la transformation de l'os immature en os lamellaire. Le remodelage fait intervenir un processus simultané de résorption ostéoclasique et d'apposition ostéoblastique accompagnée de nouveaux vaisseaux.

. Le remodelage cité par SEDEL[3] appelé les BMU « basic multi cellular unit » a quatre actions :

- remplacer le cartilage minéralisé par de l'os immature
- remplacer l'os immature par des paquets d'os lamellaire
- remplacer le cal entre les extrémités par des ostéons secondairement faits d'os lamellaire
- nettoyer la cavité médullaire de tout cal obstruant.

La phase de remodelage peut s'étendre d'un an à quatre ans.

b.2. Phase de modelage :

A l'arrêt de la formation de cal, la résorption et la formation osseuse tendent à restituer l'os dans sa forme initiale. Ce processus, différent de celui qui se fait par BMU est lent et peut s'étendre à plusieurs années. Selon l'âge et l'importance de déplacement, le modelage peut être complet ou incomplet

2.2. La consolidation directe ou perpriman :

C'est la consolidation sans formation préalable de cal. Ce type de consolidation est comparable au remodelage naturel de l'os.

Il s'y produit un dépôt d'os lamellaire le long de trait fracturaire suivi d'un passage direct d'ostéon d'un fragment à l'autre .

- Trois conditions y sont nécessaires :
 - contact intime des extrémités fracturaires
 - immobilisation stricte de foyer de fracture
 - une bonne vascularisation des fragments

3. Les différents éléments participants à la consolidation

3.1. Le périoste :

C'est une membrane blanchâtre qui recouvre l'os sauf au niveau de l'articulation. Sa capacité ostéogénique a été évoquée par beaucoup d'auteurs. Il est constitué de deux couches cellulaires. La couche externe fibreuse joue un rôle d'encapsulation, et assure la nutrition de la couche corticale. La couche interne formée des cellules précurseurs des ostéoblastes, des ostéoclastes et des cellules endothéliales vasculaires.

3.2. L'endoste :

c'est la membrane tapissant la face médiale de la corticale et enveloppant la moelle osseuse. IL est formé d'ostéoblastes et des cellules bordantes.

3.3. La moelle osseuse :

BRIGTON cité par **HERGINOU**[4] a démontré à partir d'études en microscopie électronique, que les cellules présentes dans la moelle osseuse sont à l'origine d'une partie du cal osseux

FRIEDENSTEIN cité par **SEDEL** [3] a décrit deux types de cellules médullaires ostéoformatrices:

- Les DOPC (Determinal ostéogénique précursor cells) accolées aux trames osseuses et dont le rôle est de fabriquer de l'os.
- Les IOPC ((inductible ostéogénic précursor cells)) présentes en dehors du squelette.

3.4. Les extrémités fracturaires

Elles sont un obstacle à surmonter et un soutien efficace dans le processus de la consolidation. L'os nécrosé doit être à la fois contourné et pénétré, enfin éliminé par le tissu ostéoformateur du cal. Leur rôle positif est surtout la stabilisation temporaire.

Malgré les progrès réalisés, l'origine et la nature des tissus ostéoblastiques, responsable de la minéralisation du cal demeure discutable.

II. Etude épidémiologique

1. La fréquence

Dans les différentes séries, le taux de pseudarthrose varie de 1 à 10%. le taux de pseudarthrose se situe le plus souvent autour de 3% .[6]

Cette incidence dépend essentiellement de la méthode thérapeutique initiale.

Dans notre série la fréquence de la PSA de la diaphyse fémorale est estimée à 8%.

Nous avons noté une augmentation de l'incidence en comparaison avec une étude faite au service de traumatologie orthopédie de l'hôpital IBN SINA à rabat de 2003 à 2006 rapportant un taux de 6,17%.[7].

2. L'âge et le sexe

Dans notre série, 20 patients ont été admis pour pseudarthrose du fémur .la moyenne d'âge était de 34,8 ans avec des extrêmes allant de 16 à 63 ans.

Les patients de notre série sont essentiellement des hommes : 18 hommes (90 %) et 2 femmes (10%).

Tableau XII: Comparaison de l'âge-sexe entre notre série et celles de la littérature.

| Auteur | Année | Nbr de patients | Age moyen | Sexe | |
|-----------------|-------|-----------------|-----------|------|----|
| | | | | F | M |
| Ginaoudis [8] | 2000 | 32 | 35 A | 6 | 26 |
| El Moumni[9] | 2008 | 40 | 27 A | 8 | 32 |
| El Mekkaoui[7] | 2007 | 27 | 38A | 5 | 22 |
| Panagiotis [10] | 2008 | 30 | 33 ,7A | 6 | 24 |
| Raoufi[11] | 2015 | 19 | 45A | 7 | 12 |
| Notre série | 2017 | 20 | 34 ,8A | 2 | 18 |

La forte prédominance masculine et le jeune âge sont notés dans toutes les statistiques.

Cette prédominance peut être expliquée par le fait que le sujet jeune de sexe masculin est exposé plus que la femme aux accidents de la voie publique et de travail.[12,168]

III. Etude étiologique :

1. Antécédents pathologiques et terrain :

Dans notre série 55% des cas ont un terrain particulier.

McKee et al [13] ont démontré des associations significatives entre le tabagisme et le développement de pseudarthrose ($P = 0,031$), des études cliniques rétrospectives ont démontré un taux élevé de consolidation chez les non fumeurs (84%) par rapport aux fumeurs (58%)

Giannoudis et al [8] n'ont démontré aucune association significative entre le tabagisme et le développement d'une pseudarthrose.

Mark et al [14] ont démontré que l'utilisation des anti-inflammatoires non stéroïdiens – le cyclooxygénase 2 (COX-2) – a un effet négatif significatif sur le débit sanguin à travers l'écart de fracture.

Malik et al[15],ont démontré qu'un score plus élevé en comorbidité est prédictif de la pseudarthrose .

Certaines maladies ont un rôle favorisant dans la survenue de la pseudarthrose –Un diabète non équilibré joue un rôle nocif, non seulement en raison de la micro angéite, mais aussi parce qu'une oxydation correcte des hydrates de carbone est nécessaire à la formation de cal.

Chez les dialysés rénaux et les insuffisants rénaux chroniques, la consolidation est souvent retardée (ceci a été prouvé pour les pseudarthroses de l'humérus). Les maladies cardiovasculaires, l'abus de l'alcool, l'obésité, la malnutrition, les déficits en vitamines, l'âge avancé pourraient être des facteurs de risque dans la survenue de la pseudarthrose. [16-17-18]

Les facteurs de risque systémiques de la pseudarthrose septique sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau XIII : Les facteurs de risque [19-20-168]

| Facteurs généraux | Facteurs locaux |
|---------------------------|-------------------------------------|
| Malnutrition | Stase veineuse |
| Insuffisance rénale | Lymphoedème |
| Alcoolisme | Lésion vasculaire |
| Diabète-tabac | Artérite |
| Immunodéficience | Atteinte majeure des parties molles |
| Tumeur-Patient âgé | Antécédents de radiothérapie |
| Traitement par corticoïde | |

2. Circonstances étiologiques :

Dans notre série les circonstances de traumatisme sont représentées par les accidents de la voie publique dans 90% (18 cas), et par chute d'un lieu élevé dans 10% (2 cas).

Un traumatisme violent et appuyé à haute énergie est nécessaire pour entraîner une fracture du fémur. Les AVP constituent la cause majeure des traumatismes causaux comme le montre le tableau.

Cela peut être expliqué par la fréquence des AVP dans notre pays notamment dans la ville de Marrakech (motocyclistes).

Tableau XIV : Etude comparative des traumatismes causaux

| Séries | Année | % des AVP dans les traumatismes causaux |
|----------------|-------|---|
| Giannoudis[8] | 2000 | 84% |
| EL MEKKAOUI[7] | 2007 | 78% |
| El Moumni[9] | 2008 | 88 ,78% |
| Panagiotis[10] | 2009 | 80% |
| Kanakaris[160] | 2009 | 80% |
| ALLOUCHE[23] | 2012 | 88,23% |
| Notre série | 2017 | 90% |

IV. Etude radioclinique de la fracture initiale :

1. Etude clinique :

1.1. Côté atteint :

L'étude du côté atteint trouve son intérêt dans la recherche du côté dominant, la possibilité de reprise de l'activité initiale et le reclassement socioprofessionnel.

Dans notre série on note une prédominance du côté gauche 55% des fractures contre 45% du côté droit.

La latéralité de l'atteinte ne paraît pas avoir un effet sur l'incidence de la pseudarthrose.

1.2. Lésions cutanées :

La classification utilisée est celle de Cauchoix et Duparc modifiée Duparc et Hutten[21] qui repose sur la description de la lésion cutanée et ses possibilités de cicatrisation. Les résultats de notre série concorde avec celles des autres études comme en témoigne le tableau en dessous (tableau) avec un faible pourcentage d'ouverture cutanée uniquement dans 10% des cas.[7,11,22,23].

Tableau XV: Etude comparative de la répartition selon le caractère ouvert ou fermé de la fracture

| Série | Nbr de cas | Fractures ouvertes | Fractures fermées |
|---------------|------------|--------------------|-------------------|
| Allouche [23] | 17 cas | 17,64% | 82,35% |
| Raoufi[11] | 19 cas | 5,3% | 94,7% |
| Mekkaoui[7] | 27 cas | 26% | 74% |
| Arslan .H [8] | 12 cas | 10% | 90% |
| Notre série | 20 cas | 10% | 90% |

Plusieurs analyses indiquent un risque plus élevé de survenue de pseudarthrose lié à l'ouverture cutanée.

Arslan [8] a rapporté l'association de l'ouverture cutanée avec la pseudarthrose du fémur.

En effet, l'ouverture du foyer de fracture en dehors de toute infection doit faire envisager une consolidation plus lente, d'une part parce qu'elle traduit un traumatisme appuyé des parties molles avec risque important d'interposition musculaire qui serait non favorable à la consolidation, d'autre part cette ouverture cutanée perturbe la vascularisation musculaire et périostique locales, allongeant ainsi le délai de consolidation

L'ouverture du foyer fracturaire expose à l'infection qui est l'un des facteurs de survenue de la pseudarthrose et ceci par le biais de trois facteurs :[24]

Désinsertion du matériel d'ostéosynthèse entraînant l'instabilité du foyer de fracture.
Ostéolyse des extrémités fracturaires augmentant ainsi l'écart inter-fragmentaire.

Nécrose et séquestration des fragments fracturés.

1.3. Lésions traumatiques associées :

Un taux élevé est rapporté par tous les auteurs, ces lésions associées graves doivent être intégrées dans la stratégie thérapeutique. C'est l'un des facteurs qui contribuent à l'incidence de l'infection profonde, et l'incidence de la pseudarthrose.

Leur association à une fracture du bassin peut mettre en jeu le pronostic vital et impose la réalisation d'un angioscanner à la recherche de signes de saignement actif qui justifieraient une embolisation [25].

La fracture du fémur associée à une fracture non contiguë de l'extrémité supérieur du fémur, surviennent dans 2 à 9% des cas. Si la fracture du massif trochantérien est aisément reconnaissable sur le bilan d'admission, celle du col fémoral passe malheureusement inaperçue dans 20 à 50% des cas. Les raisons en sont multiples : trait de fracture cervical fin, souvent incomplet, presque toujours masqué par une attitude en rotation latérale [26].

Tornetta et al [26] proposent de réaliser systématiquement, en cas de fracture diaphysaire par haute énergie, une radiographie de face en rotation médiale, un scanner centré sur le col fémoral et un profil chirurgical au bloc opératoire avant la fixation de la diaphyse fémorale.

La fracture du fémur associée à une fracture non contiguë de l'extrémité inférieur du fémur, surviennent dans environ 3% des cas. Il s'agit presque toujours d'une fracture supra- ou unicondylienne latérale [27], exceptionnellement d'une fracture de Hoffa ou fracture- séparation à trait coronal du condyle fémoral médial [28].

La Fracture étagée de fémur et de tibia également dénommées genou flottant, il s'agit souvent de fractures ouvertes avec importante attrition des parties molles, en particulier au niveau de la jambe. Le risque d'embolie graisseuse est majeur avec un taux de 10 à 15% Ce sont de grandes pourvoyeuses de lésions vasculaires [25].

Les lésions des parties molles du genou sont à envisager dans les traumatismes à haute énergie. La fréquence des lésions du pivot central est de 10% à 20% et des ligaments collatéraux est de 15% à 20%, il faut également retenir la fréquence non négligeable des lésions méniscales associées, aux alentours de 15% pour le ménisque médial et de 25% pour le ménisque latéral doit faire évoquer devant une lésion ligamentaire devant toute fracture fémorale traumatique (non balistique) [29].

La fracture bilatérale du fémur constitue une association classique pouvant survenir dans 2 à 10% [29].

Dans le cadre de polytraumatisé La fracture du fémur peut, selon sa gravité prendre une place importante dans la sévérité du polytraumatisme. Les autres lésions (système nerveux central, systèmes cardiovasculaire et respiratoire, abdomen) qui déterminent souvent le pronostic final [29].

On note dans notre série 30 % des fractures du fémur (6 cas) sont associées à d'autres lésions.

La présence de lésions associées semble être un facteur d'évolution de la pseudarthrose.

2. Etude radiologique :

2.1. Siège du trait de la fracture :

Dans notre série les fractures situées au niveau du 1/3 moyen sont les plus fréquentes, elles représentent 60%.

Le 1/3 moyen est caractérisé par sa pauvreté vasculaire.

BENOIT [30] a subdivisé cette partie de la diaphyse fémorale en 4 segments :

- Les segments 1 et 2 représentent la partie rétrécie du canal médullaire.
- Le segment 3 correspond au début de l'élargissement du canal.
- Le segment 4 est la zone du tromblon proprement dit.

Cette connaissance morphologique est importante, car certains échecs peuvent en partie être expliqués à une mauvaise adaptation du type de l'ostéosynthèse.

Benoit[30] a étudié tout particulièrement le rôle de siège de la fracture sur le fémur et a trouvé que les zones 3 et 4 seraient des zones à pseudarthrose

Cependant **Yokoyama**[31] a trouvé un taux élevé de pseudarthrose au niveau de 1/3 distal.

Tableau XVI : Etude comparative du siège initial de la fracture.

| Série | Année | Nbr de PSA | Localisation au 1/3moyen en % |
|--------------|-------|------------|-------------------------------|
| Jorge [32] | 2006 | 25 | 88 |
| El moumni[9] | 2008 | 108 | 90,74 |
| Rafaoui[11] | 2012 | 17 | 52,94 |
| Notre série | 2017 | 20 | 60 |

2.2. Type du trait de la fracture :[33]

le type de trait de fracture semble d'après des études ,jouer un role dans l'évolution d'une fracture vers la pseudarthrose .En effet, cette complication est souvent secondaire à des fractures diaphysaires transversales et avec un 3° fragment .

Les fractures simples prédominent dans notre série avec un pourcentage de 80%(trait oblique30%,trait transversal 25%,trait spiroide 25%).

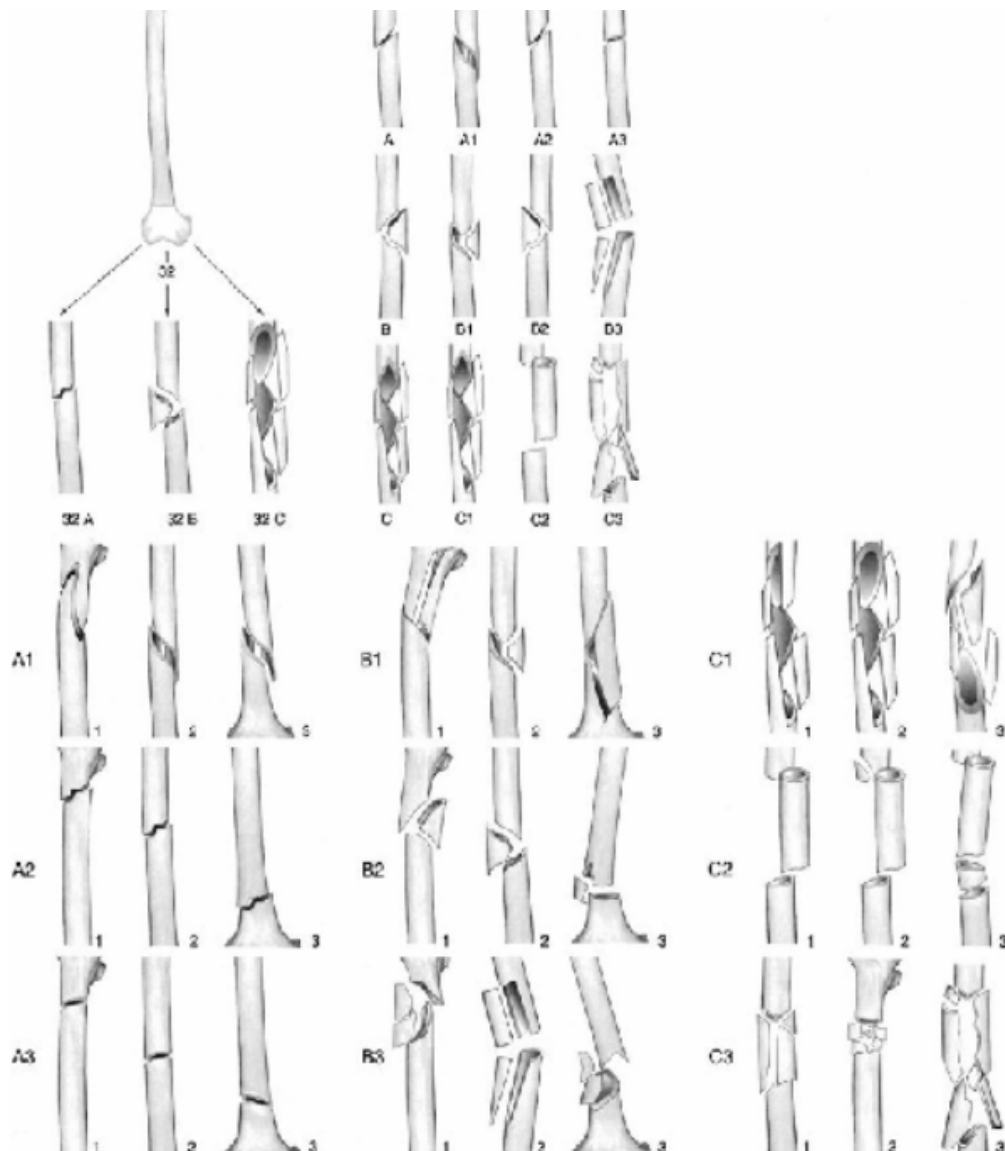


Figure 25: Classification des fractures du fémur selon l'AO, Diaphyse fémoral [29] :

- A : fracture simple ; B : fracture à coin ; C : fracture complexe.
- A. Fracture diaphysaire simple : A1. spiroïde ; A2. oblique supérieure ou égale à 30° ; A3. transversale inférieure à 30°.
- B. Fracture à coin : B1. de torsion intacte ; B2. de flexion intacte ; B3. fragmenté.
- C. Fracture complexe : C1. comminutive spiroïde ; C2. complexe bifocale ; C3. comminutive non spiroïde.
- A1-1 : zone trochantérienne ; A1-2 : zone moyenne ; A1-3 : zone distale.
 A2-1 : zone trochantérienne ; A2-2 : zone moyenne ; A2-3 : zone distale.
 A3-1 : zone trochantérienne ; A3-2 : zone moyenne ; A3-3 : zone distale.
 B1-1 : zone trochantérienne ; B1-2 : zone moyenne ; B1-3 : zone distale.
 B2-1 : zone trochantérienne ; B2-2 : zone moyenne ; B2-3 : zone distale.
 B3-1 : zone trochantérienne ; B3-2 : zone moyenne ; B3-3 : zone distale.
 C1-1 : à deux fragments intermédiaires ; C1-2 : à trois fragments intermédiaires ; C1-3 : à plus de trois fragments intermédiaires.
 C2-1 : à un segment intermédiaire ; C2-2 : à un segment et coin de flexion intermédiaires ; C2-3 : à deux segments intermédiaires ;
 C3-1 : à deux-trois fragments intermédiaires ; C3-2 : avec fracas localisé
 C3-3 fracas étendu

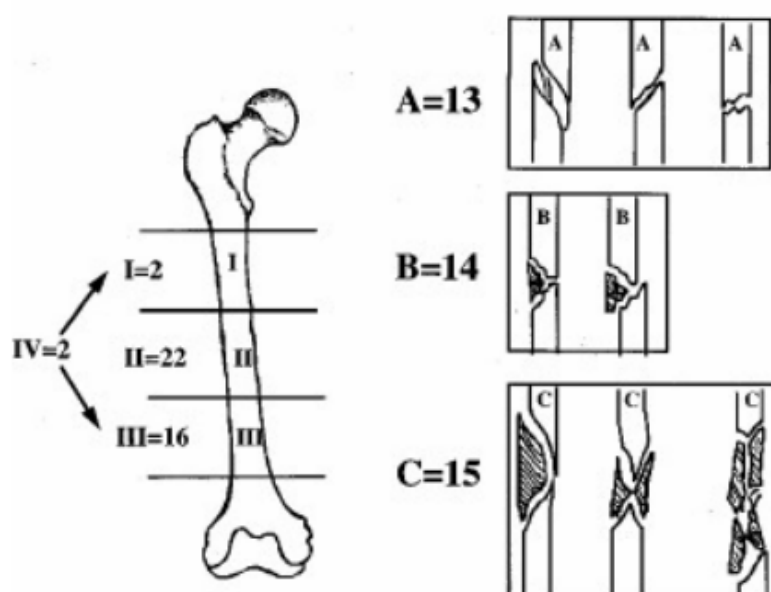


Figure 26: Classification simplifiée des fractures suivant le catalogue AO.

Yokoyama et al [34] ont montré une relation significative entre les fractures de types C suivant le catalogue AO et les pseudarthroses.

V. Traitement initial de la fracture:

1. Délai entre le traumatisme initial et le traitement appliqué

Dans notre étude, ce délai varie entre 1 et 20 jours. , ce retard de prise en charge peut être expliqué par :

- Le bas niveau socioéconomique de nos malades
- L'indisponibilité du matériel d'ostéosynthèse à l'hôpital.
- La consultation pré anesthésique.
- Le flux important des malades.

Si l'ostéosynthèse est différée au milieu de la troisième semaine, l'hématome s'est transformé en tissu de granulation qu'il est facile de conserver. Le périoste est épaissi et en pleine activité ostéogénique. La consolidation va se faire rapidement avec un gros cal périoste.

Les travaux de **Vichard** [35]. montraient qu'une synthèse différée au-delà de 15 jours intervenait sur un cal fibreux souple, siège d'une ébauche de différenciation ostéo-cartilagineuse par métaplasie de l'hématome périfracturaire.

Ces considérations biologiques confirmaient les résultats cliniques de **Wilbert** [36] avec un taux de pseudarthrose voisin de 20% en cas de synthèse précoce, contre 4,5% pour une synthèse différée. Cependant ces résultats s'appliquent aux synthèses par plaque qui éliminent l'hématome péri-fracturaire.

Borel [37]. n'a pas trouvé de différence sur la consolidation selon le délai de synthèse, ils pensent qu'une synthèse différée permet de bénéficier d'une détente musculaire, et d'une réduction préalable, à la condition d'appliquer à cette phase préparatoire toute la rigueur du traitement conservateur .

2. Analyse du traitement initial:

2.1. Plaque vissée :

L'ostéosynthèse par la plaque vissée a été le traitement le plus utilisé pour les fractures de la diaphyse fémorale jusqu'à la fin des années soixante-dix ou elle a commencé à céder la place à l'enclouage centro-médullaire.[38]

Les ostéosynthèses latérocorticales par plaque vissée ont de larges indications dans les fractures diaphysaires fémorales. Elles répondent aux règles techniques de l'AO soit un montage rigide par une plaque comportant de quatre à huit vis au-dessus et au-dessous du foyer de fracture et mis en compression. Celle-ci est assurée par des vis supplémentaires à travers le foyer de fracture associée à une plaque de neutralisation ou par autocompression par plaque à trou ovalaire. La compression du foyer de fracture augmente considérablement la rigidité du montage et par là même favorise une ostéogenèse corticale [39].

La guérison est obtenue par soudure autogène des bords fracturaires.

Les inconvénients de cette ostéosynthèse sont multiples: vaste voie d'abord cutanée, dépériostage néfaste à la consolidation avec risque de nécrose osseuse, qualités mécaniques médiocres imposant une décharge stricte de 2 à 3 mois, risque élevé de refracture après ablation du matériel.[25]

L'ostéosynthèse par plaque vissée doit respecter certaines règles Impératives :

- Utilisation d'une plaque assez longue et assez résistante pour supporter les énormes contraintes auxquelles elle serait soumise.
- Dépériostage limité, réduction parfaite et impaction par appareil à compression (tendeur de plaque), ou utilisation de plaque DCP.

La plaque à vis bloquées(LCP) maintient une intégrité des artères nourricières et perforantes, et offre de meilleurs résultats de consolidation chez des fractures fémorales comminutives[40]

La technique mini-invasive décrite permet une synthèse biologique avec conservation de l'hématome comme lors de l'enclouage centromédullaire, en respectant le périoste et les tissus mous environnants par absence d'abord chirurgical[41].

En autorisant la remise en charge si le montage le permet, elle diminue le temps de consolidation, l'alitement et les complications de décubitus [42].

La technique proposée allie le principe du foyer fermé à la stabilité du montage. Grâce au caractère bloqué des vis, la tenue de la plaque ne nécessite pas de contact osseux pour l'obtention d'une stabilité primaire par « effet friction » [41], ce qui permet de préserver la vascularisation périphérique et de limiter les phénomènes de résorption osseuse sous plaque.

L'intervention est réalisée en décubitus dorsal soit sur une table orthopédique, soit sur une table standard.

L'installation sur la table orthopédique est identique à celle pour un enclouage centromédullaire du fémur (fig. 27) [43].

La fracture et l'ostéosynthèse doivent remplir différents critères afin de permettre cette remise en charge :

- fracture extra-articulaire uniquement
- Technique mini-invasive avec conservation de l'hématome dite ostéosynthèse biologique [43]
- montages longs avec au moins cinq trous proximaux au-dessus du foyer de fracture. Idéalement trois vis verrouillées séparées, avec un trou libre entre chacune, seront mises en place. Ce montage permet une meilleure répartition et absorption des contraintes .
- Minimum de trois vis verrouillées dans le fragment proximal et minimum de quatre vis verrouillées épiphysométaphysaires distales selon l'espace disponible.
- une vis mono-corticale à l'extrémité proximale de la plaque afin d'homogénéiser les contraintes et de diminuer les risques osseux de fracture de fatigue sur os fragile[43].

- position des vis verrouillées à proximité du foyer dans les fractures « complexes » afin de rigidifier le montage et position à distance du foyer dans les fractures « simples », en laissant un trou libre. Cela permet de jouer avec l'élasticité du matériau titane qui dans le cas des fractures simples est bénéfique à la consolidation. On évite ainsi un verrouillage excessif, la concentration des contraintes et le risque d'une fracture de fatigue du matériel [43].

Dans notre série 45% des pseudarthroses sont survenues sur plaque vissée.

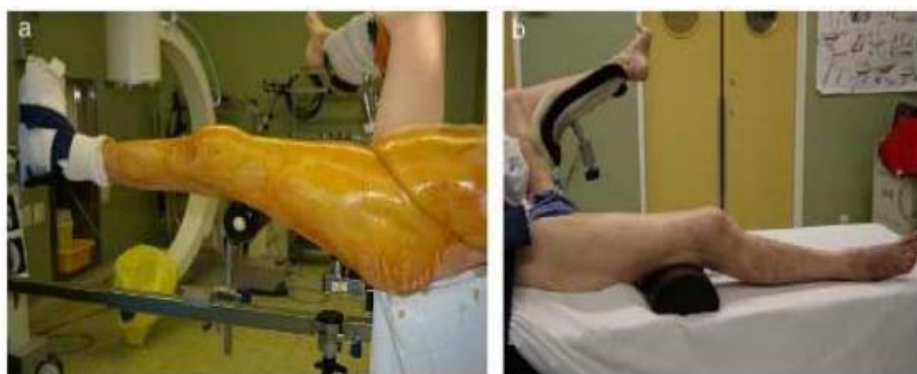


Figure 27 : Installation pour lutter contre le recurvatum [43].

- A. Installation sur table orthopédique appui sous le fémur distal fixé à la barre de traction.
- B. Installation sur une table standard, décubitus dorsal, membre controlatéral sur appui gynécologique et le boudin souple sous le fémur et non pas sous le creux poplité.

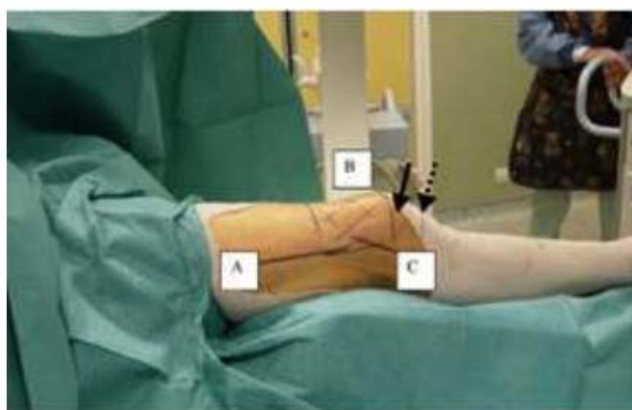


Figure 28 : Repérage des niveaux de fracture [43].

- A. Repère de l'axe de la diaphyse fémorale
- B. Zone hachurée délimitant la fracture, avec les limites distales et proximales
- C. Repère de l'incision latérale
Flèche pleine : bord supérieur de la patella
Flèche pointillée : interligne articulaire



Figure 29: Aspect peropératoire d'un abord mini-invasif [43] : incision paracondylienne pour la mise en place de la plaque et incisions proximales pour la mise en place des vis.



Figure 30: A. Fracture tiers moyen déplacée de la diaphyse fémorale gauche avec coin de flexion. B. Fracture avec une fracture-luxation du cotyle homolatéral. En urgence, mise en place d'une ostéosynthèse par plaque vissée et traction. C. Consolidation de la fracture diaphysaire. L'ostéosynthèse de la fracture de l'acétabulum a eu lieu au huitième jour postopératoire après la période de traction transtibiale[39].

2.2. L'enclouage centromédullaire :

L'enclouage centromédullaire sous amplificateur de brillance s'est imposé comme le traitement idéal des fractures diaphysaires du fémur chez les adultes pour plusieurs raisons :

- Taux élevé de consolidation
- Complications rares
- Conservation de la fonction articulaire

Plusieurs entités thérapeutiques sont proposées : l'ECM à foyer ouvert ou fermé, avec ou sans alésage, par, voie rétrograde, antérograde, verrouillé (statique ou dynamique) ou non verrouillé.

Dans le montage dynamique, le verrouillage n'intéresse qu'une des extrémités, la plus proche du trait de fracture ; il contrôle la rotation et permet dans les traits de fracture simples la mise en charge immédiate.

Dans le montage statique, le verrouillage est proximal et distal, il neutralise la rotation, le télescopage et l'angulation. Il permet la mobilisation immédiate mais non la mise en charge.

La technique est très exigeante : installation en décubitus dorsal sur table orthopédique, réduction préalable la plus anatomique possible (fig.31).

L'ECM peut se faire à travers une petite incision, il permet la marche précoce, avec moins de raideur et une convalescence relativement courte, donc moins de complications liées à l'hospitalisation.

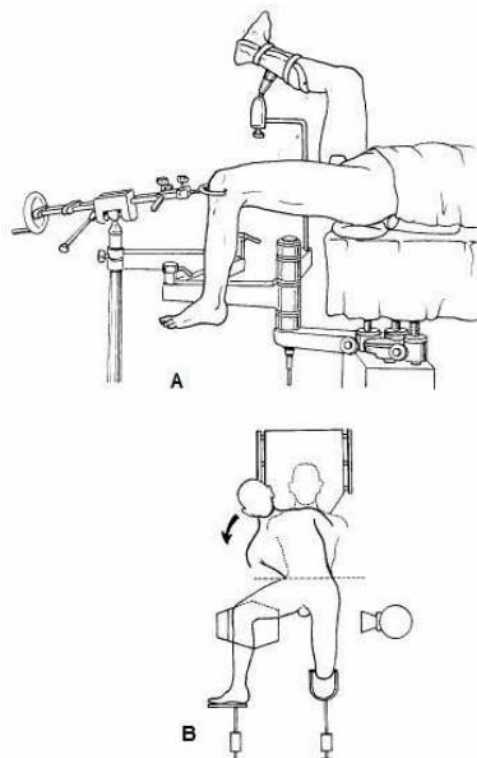


Figure 31: Installation sur table orthopédique [44].

A. En décubitus dorsal.

B. Inclinaison du tronc pour faire saillir le grand trochanter.

a. La technique chirurgicale :

Point d'entrée au sommet du grand trochanter, alésage prudent et progressif, mise en place du clou sans forcer sur les coups de marteau sont les gestes communs à l'enclouage et à l'enclouage verrouillé permettant d'éviter des erreurs et des complications graves telles que position vicieuse, fissure ou écaille supplémentaires, enclavement de l'alésieur ou du clou. Le verrouillage proximal est exécuté à l'aide d'un viseur fixé sur le clou. Le verrouillage distal, plus délicat, se fait soit à main levée ou à l'aide d'un viseur fixé sur l'amplificateur de brillance dont l'utilisation est indispensable

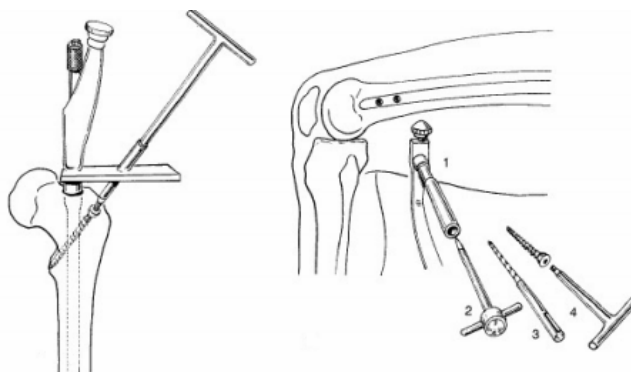


Figure 32 : Les verrouillages proximal et distal [44].

A. Verrouillage proximal.

B. Verrouillage distal à l'aide du viseur de Strasbourg.

Différents temps du verrouillage distal :

1. Mise en place de la douille ; 2. préparation du point d'entrée à la pointe carrée ; 3. forage des deux corticales à la mèche ; 4. Mise en place de la vis autotaraudeuse après mesure de longueur

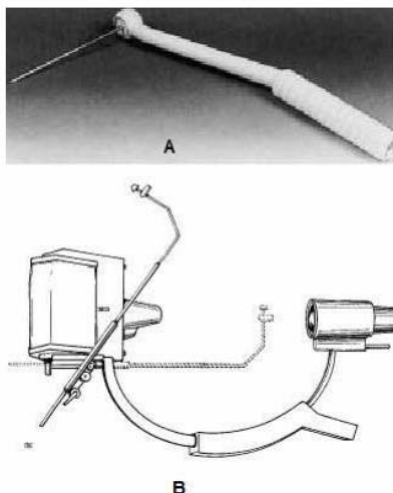


Figure 33 : A. Viseur « à main levée » de Pennig. B. Viseur de Strasbourg [44].

Grâce à ce perfectionnement, les indications de la méthode longtemps limitées aux fractures médiadiaphysaires ou proches de la région médiadiaphysaire sont à présent étendues à tous les types de fractures siégeant à tous les niveaux de la diaphyse[29]

Les perfectionnements techniques : forme des clous, modes de verrouillage distal, alésage, clou rétrograde, clou Gamma long et ses variantes représentent les orientations actuelles.

L'enclouage antérograde verrouillé est la technique de référence dans le traitement des fractures de la diaphyse fémorale.

Selon **Bonnomet et al** [29] le recours à l'alésage est assez systématique en dehors de circonstances particulières

- fracture du fémur avec signe d'embolisation graisseuse ;
- fracture du fémur avec contusion thoracique, la controverse dans les publications incitant plutôt à la prudence
- fractures bilatérales du fémur avec une hémodynamique instable et/ou une gazométrie perturbée.

L'alésage permet l'implantation de clou de diamètre plus important mais altère la vascularisation endoméduillaire avec risque de thromboses.

Les fractures distales de la diaphyse fémorale demandent plus de temps pour consolider dans l'ECM sans alésage.

Tableau XVII:Etude comparative de l'enclouage avec alésage versus l'enclouage sans alésage [45].

| Type de l'ECM | Taux de consolidation (en %) |
|------------------|------------------------------|
| ECM avec alésage | 97 à 100 |
| ECM sans alésage | 84 à 100 |

Le verrouillage a l'avantage de neutraliser la rotation, il peut être statique, dynamique ou statique dynamisé. La dynamisation d'un montage statique n'est pas systématique elle sera réservée aux cas où le cal n'est pas évident ou quand il y a un écart inter fragmentaire anormal.

La stabilité de l'ostéosynthèse dépend du type anatomique de la fracture, de l'importance de la fracture comminutive et du degré de contact entre l'enclouage et les fragments fracturaires [45].

Une nouvelle technique d'enclouage rétrograde du fémur à partir de l'échancrure intercondylienne est actuellement proposée [49].

Le recours à l'enclouage rétrograde doit donc être réservé à des indications particulières [29]:

- l'enclouage antérograde impossible (fracture sous une prothèse totale de hanche stable) ou risqué (escarre trochantérienne); fracture périprothétique sur prothèse totale de genou stable si le modèle prothétique le permet (pas de quille centromédullaire au niveau fémoral) ;
- association fracture du fémur distal-fracture de jambe ;
- fracture du fémur distal du sujet âgé.

L'utilisation du clou gamma long dans les fractures complexes du Fémur est une méthode élégante et peu choquante.

Chamon et al [46] trouvent un faible nombre de complication mécanique observée lors de l'utilisation du clou gamma long dans les fractures complexes du col fémoral et de la diaphyse fémorale, à condition d'une technique rigoureuse.

Tableau XVIII: Utilisation du clou gamma long dans les fractures complexes du Fémur série de 59 cas [46].

| | Consolidation | Pseudarthrose | Clavettes de verrouillage cassées | Rupture du clou | Cal vicieux sans retentissement fonctionnel | Migration de la vis céphalique |
|---------------|---------------|---------------|-----------------------------------|-----------------|---|--------------------------------|
| Nombre de cas | 57 | 2 | 9 | 1 | 4 | 4 |



Figure34 : Clou Gamma long [44].

La consolidation osseuse se fait, selon le mode naturel. L'alésage du canal médullaire avant mise en place du clou a un effet bénéfique sur la consolidation : expulsion de moelle osseuse et libération des facteurs ostéoinducteurs dans le foyer de fracture, réactivation de la vascularisation périostée. Le cal osseux est de type fusiforme, englobant largement le foyer de fracture. Les esquilles osseuses périfracturaires laissées en place sont remaniées sous l'action des puissantes masses musculaires environnantes ou intégrées dans le cal. Les défauts d'axe inférieurs à 5° sont coutumiers et inhérents aux techniques à foyer fermé. Ils sont généralement bien tolérés. Les complications peropératoires, comme l'extension d'un trait de refend ou la refracture d'un fragment intermédiaire, sont rares et en général sans conséquence sur la consolidation [39].

Dans notre série 25% des patients étaient initialement traités par ECM.

Tableau XIX: Appréciation subjective et rétrospective de l'efficacité du clou ($P < 0.005$) [47].

| Siège du trait | n | % |
|---------------------|---------|----|
| Métaphyse proximale | 19/45 | 42 |
| Tiers proximal | 127/192 | 66 |
| Tiers moyen | 248/323 | 77 |
| Tiers distal | 60/100 | 60 |
| Métaphyse distale | 10/27 | 37 |

- Les fractures diaphysaires du tiers distal et métaphysaires distales sont à haut risque de cal vicieux. Plus généralement les fractures métaphysaires proximales et distales sont des fractures à risque de complications[47,178].
- Timothée Bissuel et al [48] rapportent que le risque de pseudarthrose est très élevé, en cas de réduction à ciel ouvert d'un troisième fragment lors de l'ECM d'une fracture diaphysaire comminutive du fémur, et ceci quelle que soit la qualité de la réduction.
- La rupture de clou : une étude comporte 722 interventions d'enclouage centromédullaires a montré que la rupture de clou est un évènement rare, bien que non exceptionnel et peut être estimée entre 1 et 2% au niveau du fémur [49].
- Les ruptures de clous sont souvent associées à une pseudarthrose du foyer de fracture, mais l'absence de lien statistique entre le type de fracture, le type de montage et la survenue de la rupture de clou confirme l'impression que cet évènement est souvent en rapport avec un problème métallurgique. Ces ruptures se présentent ainsi comme des ruptures de fatigue d'un matériel trop flexible et peuvent survenir sur un os consolidé et à un niveau différent de celui de la fracture [49].

Tableau XX: Complications du matériel en fonction de la consolidation [49].

| p < 0,01 | Consolidé n = 400 | Retard de consolidation n = 80 | Pseudarthrose n = 15 |
|------------------|-------------------|--------------------------------|----------------------|
| Ruptures de clou | 3 (0,7 %) | 3 (3,7 %) | 6 (40 %) |
| Cassures de vis | 18 (4,5 %) | 8 (8,4 %) | - |
| Migration de vis | 5 (1,2 %) | 4 (4,2 %) | - |

Dans notre série on n'a pas noté de rupture de clou.

2.3. Fixateur externe :

–Le FE des fractures fémorales donne moins de satisfaction que les autres méthodes d'ostéosynthèse, C'est une solution d'attente dans des situations particulières comme le polytraumatisé, les fractures ouvertes grades IIIB et IIIC de Gustilo, les fractures avec complications neurovasculaires [50].

Chez l'adulte, la FE ne garde que des indications exceptionnelles: 4% dans la série de Nowo tarski et al [43].

Les difficultés de réduction, l'entrave à la mobilité du genou, la lenteur et le caractère aléatoire de la consolidation, l'intolérance des fiches et le risque septique sont autant de limites aux indications.

Le fixateur externe respecte la vascularisation endomédullaire ce qui peut être d'un apport considérable dans les lésions sévères.

De même, chez le grand polytraumatisé, en détresse vitale, et/ou devant séjourner en soins intensifs, la FE permet de stabiliser au mieux le fémur en prévention d'une embolie graisseuse et facilite le nursing. Dans ces circonstances, il ne semble pas opportun de prolonger la FE en l'absence de signes nets d'une consolidation débutante et de convertir précocement en enclouage d'autant que la réduction est incomplète [50].

Dans notre série 6 cas sont traités initialement par fixateur externe soit 25%.

VI. Etude de la pseudarthrose :

1. Définition:

- La pseudarthrose désigne l'absence de consolidation d'une fracture. Il se produit une union à l'aide d'adhérences fibreuse avec conservation d'une mobilité entre les fragments osseux. Dans certains cas, il y a formation d'une néo articulation associant une sclérose des extrémités qui sont recouvertes de cartilages, dont la cavité médullaire est obstruée, et qui sont réunies par une capsule articulaire. [51]
- Habituellement on ne parlait pas de pseudarthrose notamment au niveau des os longs avant 6 mois.[41]Récemment cette définition à été considérée, ne tenant plus compte du facteur temps. Ainsi donc, on nomme pseudarthrose, la fracture qui, pour une raison biologique ou mécanique n'aboutira pas à une consolidation osseuse spontanée.
- Si l'on accepte la suppression de cet élément temps dans la définition, il devient clair qu'aussi bien théoriquement que pratiquement certaines fractures peuvent être considérées comme pseudarthrogènes dès le moment du traumatisme initiale. Par exemple le cas d'une fracture avec perte de substance. [52]

2. Etiopathogénie :

- Selon **Oslen**[55] et **Tsang**[175] :Différents facteurs permettent d'expliquer la survenue de la pseudarthrose, nous distinguons 3 grands groupes de ces facteurs :

2.1. Facteurs liés aux patients:

Plusieurs facteurs peuvent influencer la consolidation de la fracture :

a. Facteurs circulatoires :

L'hypoxie, l'anémie avec hypovolémie entraînent une diminution de l'élasticité de l'os et un retard de consolidation.

Une insuffisance vasculaire empêchant le développement d'une néo-circulation nécessaire à la constitution du cal.

b. Facteurs hormonaux :

L'action des hormones sur la consolidation est identique à leur action sur le cartilage de croissance ;

Les stéroïdes systémiques ont un effet direct sur la consolidation, ils ont été démontré de retarder la cicatrisation osseuse chez les rats.

L'ACTH peuvent retarder ou arrêter la consolidation.

c. Certains médicaments :

L'administration prolongée d'AINS, d'héparine augmente le risque de retard de consolidation et de pseudarthrose.

Les corticoïdes à haute dose peuvent retarder la consolidation en inhibant la différenciation des cellules précurseurs en ostéoblastes.

d. Facteurs nutritionnels :

L'alimentation normale contient assez de calcium pour assurer une consolidation normale. Il est inutile d'en prescrire.

e. Tabagisme :

C'est un facteur favorisant indiscutable de PSA, le temps de la consolidation cliniques presque doublé chez les fumeurs, donc le patient doit en être averti et invité à cesser de fumer.

Dans notre série, 30 % des malades sont des tabagiques chroniques.

f. Ostéoporose :

Ne ralentit pas la consolidation mais complique le traitement de la pseudarthrose.

g. Diabète non équilibré :

Il joue un rôle nocif non seulement en raison de la microangéite distale habituelle dans cette maladie, mais aussi parce qu'une oxydation correcte des hydrates de carbone est nécessaire à la synthèse du collagène.

Dans notre série, deux patient étaient diabétiques.

h. La grossesse et la lactation :

Elles ralentissent la formation de cal osseux

2.2. Facteurs liés au traumatisme initial:

Les facteurs locaux jouent un rôle prépondérant :

- L'ouverture du foyer de fracture double le taux de pseudarthrose [53,169]. Elle traduit soit un traumatisme appuyé des parties molles en cas d'ouverture de dehors en dedans, soit un déplacement important des fragments s'il s'agit d'une ouverture de dedans en dehors.
- Dans notre série, la majorité des traumatismes initiaux étaient fermés.
- Une comminution en raison de la dévascularisation d'un ou plusieurs fragments et la difficulté de stabilisation mécanique. [57]
- Une perte de substance osseuse : La perte de substance osseuse a été constatée chez 30 % des malades de notre étude.
- L'interposition : Il s'agit le plus souvent de tissus mous (muscle, fascia, tendon périoste).
- L'existence de fractures multiples d'un même membre, de fracture à double étage sur un même segment aboutit le plus souvent à la consolidation rapide d'un foyer et un retard de consolidation ou une pseudarthrose de l'autre foyer.

- Les troubles de l'innervation périphérique des vaisseaux sanguins prédisposent à la formation de pseudarthrose.
- l'infection : toujours incriminée dans la genèse de PSA, soit par la dévascularisation des extrémités de la fracture ou par la perte de la stabilité du matériel d'ostéosynthèse ce qui va être responsable d'un excès de mouvement et d'une dévascularisation.

2.3. Facteurs liée au traitement initial:

L'erreur du traitement initial apparaît comme un facteur important dans la genèse des pseudarthroses.

Selon WATSON-JONES , il faut incriminer plus le chirurgien que les ostéoblastes en cas de pseudarthrose.

L'abord chirurgical du foyer de fracture entraîne la mise en péril des facteurs de consolidation :

a. En cas de PV :

- L'évacuation de l'hématome fracturaire et du blastème
- Le déperiostage plus ou moins entendu
- La persistance d'un écart inter-fragmentaire sous une ostéosynthèse ce qui ne stabilise pas parfaitement les micromouvements au niveau du foyer.

b. En cas de l'ECM :

- Taille de clou inadaptée
- Mauvaise réalisation technique
- Réalisation d'un montage dynamique alors que le type de fracture aurait nécessité un montage statique ou le contraire.
- Verrouillage antéropostérieure insuffisant ne prenant pas la corticale opposée.

c. En cas de FE :

- le montage qui est insuffisamment rigide, d'où l'intérêt du montage en double cadre selon Vidal ou en V ou triangulaire.
- Intolérance cutanée locale au niveau des fiches du fixateur, constituant une porte d'entrée infectieuse, source de nécrose osseuse responsable d'une instabilité du montage.

La fréquence de la pseudarthrose après ostéosynthèse par plaque est plus importante que celle après ostéosynthèse par clou.

La pseudarthrose aseptique est généralement la conséquence d'une erreur thérapeutique tant dans son indication que dans sa réalisation technique.

Il y a des PSA spontanées où l'on peut trouver aucune faute thérapeutique, ce sont des PSA inéluctables où la fracture initiale nécessite un traitement en plusieurs étapes.

2.4. Étiologie en fonction du type de la pseudarthrose :

- Pseudarthrose atrophique et dont les causes possibles sont :
 - Dépériostage chirurgical.
 - Dévascularisation locale.
 - Fractures ouvertes.
- Pseudarthrose hypertrophique et dont les causes possibles sont :
 - Défaut de stabilisation ou de réduction
 - Correction tardive.
 - Intolérance au matériel d'ostéosynthèse.
- Pseudarthrose septique et dont les causes sont :
 - Fractures ouvertes souillées.
 - Défaut d'asepsie des soins chirurgicaux.
 - Infection massive.

3. Anatomopathologie :

3.1. Pseudarthrose hypertrophique :

La pseudarthrose hypertrophique semble avoir une vascularisation adéquate, sans sclérose ni ostéoporose, et une bonne réponse à la consolidation, radiologiquement, la pseudarthrose hypertrophique montre une diminution du cal avec formation osseuse en patte d'éléphant ou à cheval [10]

Elle est la conséquence d'un défaut mécanique du traitement initial et requiert un geste de stabilisation[58].

La forme hypertrophique est représentée dans notre série par 9 cas soit 45%

3.2. Pseudarthrose atrophique :

La pseudarthrose atrophique est caractérisée par une vascularisation pauvre ou inadéquate, avec un faible potentiel à la formation des cellules osseuses (ostéoporose et/ou une sclérose des fragments) et donc à la consolidation radiologiquement, la pseudarthrose atrophique montre typiquement une faible formation du cal autour d'un tissu fibreux [10].

Elle est la conséquence d'un défaut biologique du traitement initial et requiert, outre un geste de stabilisation, un geste de relance des processus de consolidation[48].

Notre série comporte 5 cas de pseudarthrose atrophique soit 25%

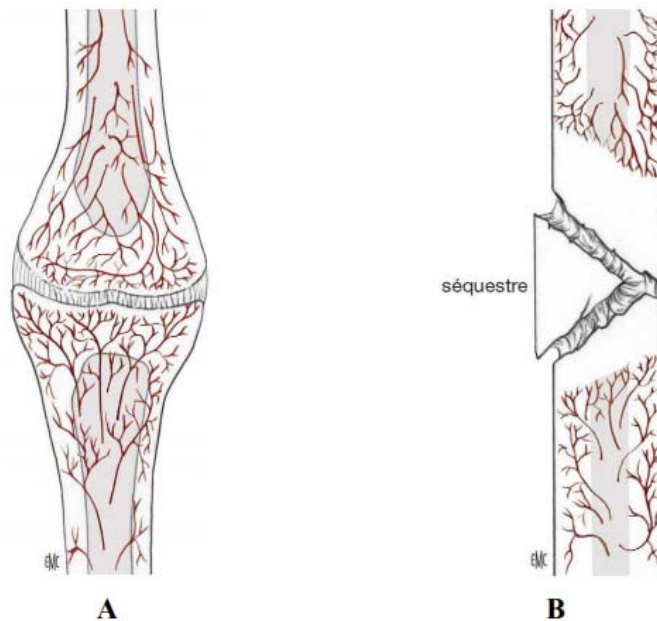


Figure 36 :A Pseudarthrose hypertrophique. B Pseudarthrose atrophique avec séquestre [58]

3.3. Pseudarthrose eutrophique :

La pseudarthrose eutrophique est caractérisée par un cal minime mais l'os des extrémités osseuses est relativement normal sans résorption [10].

Notre série comporte 6 cas de pseudarthrose eutrophique soit 30%.

4. Etude clinique :

4.1. Pseudarthrose aseptique :

a. Signes fonctionnels :

Chez tous nos patients, on note une douleur permanente en regard de l'ancien foyer de fracture, signe important de la pseudarthrose ; une impotence fonctionnelle partielle ou totale du membre atteint ainsi qu'une limitation de la mobilité du membre d'amplitudes variables.

b. Signes physiques :

- On recherchera :
 - une douleur provoquée à la pression du foyer de PSA qui constitue le maître symptôme chez nos patients.
 - une tuméfaction en regard du foyer.
 - une augmentation de la chaleur locale : celle-ci en dehors de tout signe infectieux traduit l'hypervascularisation d'un foyer d'ostéogenèse encore actif.
 - une mobilité anormale du foyer de fracture.
 - un défaut d'axe du membre.
 - une inégalité de longueur des membres, un raccourcissement du membre traumatisé.
 - l'existence d'une amyotrophie.

4.2. Pseudarthrose septique :

Elle se manifeste généralement par la même symptomatologie de la PSD aseptique avec un syndrome infectieux local (fistule, suintement, réouverture d'un foyer préalablement fermé) et / ou général.

Il est souvent délicat d'affirmer cliniquement l'absence de consolidation. La mobilité du la cuisse étant possible. Il n'existe pas de mobilité anormale du foyer, soit parce que la pseudarthrose est serrée ou plus souvent parce que l'ostéosynthèse immobilise le foyer de fracture.

La douleur mécanique reste dans ce cas le signe principal. Un blessé qui souffre au niveau de son foyer de fracture lors de sa mobilisation, n'est sûrement pas consolidé.

4-3 Nature de la pseudarthrose :

- Il est important de préciser la nature de la pseudarthrose, car ça permet d'orienter l'attitude thérapeutique, ainsi :
 - 18 patients avaient une pseudarthrose aseptique soit un pourcentage de 90 %
 - Deux patients avaient une pseudarthrose septique soit un pourcentage de 10%.

5. Etude radiologique :

5.1. Radiographies standard:

La radiographie constitue l'examen essentiel dans le diagnostic d'une PSA ainsi que pour sa classification, cet examen comportera des clichés radiographiques de face et de profil.

On recherchera sur ces clichés des signes de non consolidation de la fracture :

- l'élargissement du cal périphérique avec persistance du trait de fracture.
- une densification du tissu osseux de part et d'autre du trait.
- une résorption progressive des berges du foyer.
- Rupture du matériel d'ostéosynthèse.
- des signes radiologiques d'ostéoporose secondaire à l'immobilisation ou à l'algodystrophie.

En cas de PSA septique, on recherchera en plus des signes de non consolidation, les signes d'infection : [59]

- la présence des extrémités denses scléreuses.
- des séquestres osseux.
- avec d'autres signes d'ostéites.

Nous constatons dans notre série la prédominance de la forme hypertrophique(45%) qui est souvent due à un défaut d'immobilisation, on peut ainsi considérer qu'une simple stabilisation du foyer de PSA pourrait aboutir à la consolidation.

5.2. Scanner et IRM :[60,61,176]

Le scanner et l'IRM ne sont pas demandés systématiquement, leurs indications se posent lorsque les radiographies standards ne sont pas concluantes et ceci pour :

- mieux visualiser le site de fracture
- diagnostiquer l'infection osseuse et son étendue.

L'IRM permet de distinguer l'infection osseuse de celle des parties molles.

5.3. Scintigraphie :

C'est une technique invasive et chère mais qui permet de détecter la présence de PSA avec une sensibilité de 70% et une spécificité de 90%.

5.4. Artériographie :

Elle permet d'évaluer l'état vasculaire du membre et de choisir la voie d'abord.

5.5. Fistulographie :

la fistulographie permet de définir l'extension exacte des lésions interosseuses. Aucuns de ces examens complémentaires n'ont été demandés dans notre série.

6. Biologie :

Elle a un double intérêt : [62,63,64]

- Diagnostic surtout dans le cas des PSA septiques en objectivant la présence d'une accélération de la vitesse de sédimentation, une augmentation de la CRP, et une hyperleucocytose.
- Evolutif puisqu'elle permet de juger l'assèchement du foyer de PSA, condition nécessaire à l'instauration d'une éventuelle greffe.

VII. Traitement de la pseudarthrose :

1. Historique [65,66] :

- La connaissance des pseudarthroses et de leur traitement remonte au XVIIIème siècle. Parallèlement à l'évolution des idées concernant la pathogénie et la physiopathogénie des pseudarthroses, différents principes thérapeutiques ont vu le

jour. Pendant longtemps, on a pensé que le tissu du foyer de PSA était de mauvaise qualité et devait être réséqué.

- Ce n'est qu'en 1935 – 1940 que cette notion a été modifiée grâce à PAUWELS, qui a obtenu les premières consolidations simplement en augmentant la stabilité mécanique du foyer sans l'aborder, apportant une nouvelle conception thérapeutique.

1.1. La Conception Ancienne : PSA= Mauvais Tissu à Réséquer

- En 1760, WHITE donnait déjà la notion thérapeutique de résection des foyers de pseudarthrose, afin d'obtenir la consolidation. Il introduisait de ce fait la conception de « mauvaise qualité » des tissus pseudarthrosiques.
- En 1842, ASTLEY COOPER évoque la nécessité d'évoquer toutes les conditions mécaniques essentielles à la consolidation du cal, c'est à dire le repos et une mise en pression des surfaces fracturaires l'une sur l'autre. Il préconise, lui aussi, de réséquer les extrémités osseuses et de les aviver.
- En 1886, HAHN et NUSSBAUM décrivent pour la première fois, les pseudarthroses par perte de substance et préconisent un traitement par greffe du péroné. La même année, OLLIER évoque également la nécessité de résection des pseudarthroses avec BURN qui rapporte 440 cas de résection
- En 1918, MATTI comme l'avait décrit ASTLEY COOPER, met l'accent sur l'importance de la stabilité mécanique à apporter dans le traitement des pseudarthroses et recommande le fixateur externe de LAMBOTTE.
- En 1920 ALBEE, 1921 HOFMANN, 1922 LEXER : Insistent à nouveau, sur la mauvaise qualité des tissus pseudarthrosiques, considérant que le tissu fibreux situé dans le foyer a perdu tout pouvoir d'ossification et basent leur traitement sur : la résection de la totalité de la pseudarthrose, l'ouverture du 3^e canal médullaire et la stimulation de l'ostéogenèse osseuse corticale. Cette conception « d'inactivité biologique » des foyers de pseudarthroses, a conditionné beaucoup de chirurgiens

qui ont mis au point des techniques variées visant à apporter le stimulus biologique qui semblait tant faire défaut : la greffe osseuse.

1.2. Nouveautés dans le traitement de la pseudarthrose :

Dès 1935 - 1940, grâce à PAUWELS, un aspect nouveau de la pseudarthrose est apparu : On reconnaît au tissu de la pseudarthrose un caractère vivant, susceptible de consolider si les conditions mécaniques et biologiques sont bonnes. En effet :

1935-1940, PAUWELS remettant l'accent sur le rôle des facteurs mécaniques dans l'étiopathogénie et le traitement des pseudarthroses, s'oppose pour la première fois, au concept d'infériorité biologique des tissus pseudarthrosiques et obtient des consolidations sans toucher au foyer de pseudarthrose. Il crée ainsi, la base du traitement biomécanique des pseudarthroses.

- Par la suite, des améliorations importantes du matériel d'ostéosynthèse influencent le traitement des pseudarthroses :
- Mise au point des plaques à compressions (Coaptateur de DANIS en 1949), (RAZEMAN en 1955), (DECOULT et RAZEMAN en 1956), (MULLER en 1960 avec des compresseurs de plaques et plaques auto-compressives).
- Enclouage médullaire (KUNTSCHER en 1940 - 1962), (MULLER et coll)
- Fixateur externe : (GREIFENSTEINER en 1946), (KLARMANN et WUSTMANN en 1948), (MULLER et ALLGOWER en 1958), (R et J. JUDET 1959-1962).
- Ces différentes techniques ont montré que les tissus de pseudarthroses ne sont pas toujours de qualité moindre sur le plan biologique, bien au contraire, le plus souvent, ils peuvent réagir et s'ossifier dès qu'une ostéosynthèse les stabilise mécaniquement.
- KING en 1952, renforce également cette idée en augmentant la stabilité par mise en compression des foyers pathologiques.
- BERNARD en 1958, soutient que la pratique de mise en pression positive des pseudarthroses rendra l'usage des greffes inutile.

–JUDET en 1960, marque une étape importante dans la compréhension des troubles biomécaniques engendrant la pseudarthrose, distinguant les pseudarthroses en « patte d'éléphant » consolidant par simple stabilisation mécanique, des pseudarthroses atrophiques nécessitant une greffe osseuse.

2. Thérapeutique préopératoire:

L'antibioprophylaxie a été administrée par voie intraveineuse au moment de l'induction par les bêta-lactamines et une heure avant pour la vancomycine (compte tenu de son mode d'administration en seringue autopulsée sur 60 minutes). Elle ne dépasse pas 48 heures ou devient alors une antibiothérapie.[67]

3. Traitement chirurgical :

3.1. Pseudarthrose aseptique :

a. Type d'anesthésie: [68]

Le type d'anesthésie est laissé au choix de l'anesthésiste en fonction du bilan préopératoire, l'âge physiologique du patient et des tares associées.

Actuellement, nous notons l'utilisation fréquente de l'anesthésie locorégionale (ALR), et cela pour de nombreux avantages qu'offre cette technique :

l'utilisation de produits narcotiques est évitée, ce qui évite leurs complications :

- confusion, désorientation temporo-spatiale .
- éviter l'hypoxie, les complications pulmonaires et thromboemboliques.
- permettre une analgésie postopératoire précoce et la prolonger.
- a l'avantage de ne pas entraîner de perte de connaissance, la respiration et les réflexes de protection des voies aériennes sont maintenus.
- diminue les complications cardiaque et respiratoire, donc, elle est plus indiquée chez les sujets âgés.

Ainsi les indications de l'anesthésie locorégionale ou général doivent être effectuées avec toutes les conditions de sécurité requises pour tout acte d'anesthésie quel qu'il soit, en fonction des résultats de l'examen clinique du patient et de ses examens complémentaires.

Dans notre série, 60% des cas ont été opérée sous AG vu la nécessité d'une greffe corticospongieuse à partir de la crête iliaque et uniquement 40% ont bénéficiés d'ALR.

b. Voie d'abord :[23,58]

Le choix de la voie d'abord est essentiel. Il est facile, lorsque la peau est de bonne qualité, sans intervention préalable. Dans ce cas, c'est la technique retenue qui conditionne le choix de la voie d'abord. Il est parfois difficile, du fait de l'état trophique, des interventions préalables, de la réalisation des gestes de couverture ou des lésions vasculaires. Dans ce cas, plus que la technique, c'est le risque cutané ou vasculaire qui détermine la voie d'abord. Celle-ci doit offrir le maximum de sécurité, même si le geste osseux devient plus difficile à effectuer.

Il s'agit d'une voie externe, passant le long de la cloison intermusculaire externe, en avant d'elle, jusqu'à l'os. Dès que l'os est abordé, il faut réaliser une décortication ostéomusculaire au niveau de la ligne âpre en arrière et avec des copeaux pédiculés sur les différents chefs du quadriceps en avant et en dedans.

b.1. Abord du foyer :

Tout le tissu fibreux de la pseudarthrose doit être excisé. L'os nécrotique, notamment en cas de pseudarthrose atrophique, doit être retiré. En général, le foyer de pseudarthrose doit être démonté et le canal médullaire reperméabilisé.

b.2. Parage du foyer :

Ce geste, destiné à exciser tout le fibreux de la pseudarthrose n'est en général pas nécessaire. Il risque de déstabiliser le foyer surtout s'il s'agit d'une pseudarthrose serrée. Il n'amène pas une consolidation plus rapide mais contribue à une dévascularisation plus

importante. Parfois, ce parage peut être nécessaire pour la correction d'une déviation axiale, en permettant une meilleure mobilisation des fragments

b.3. Reperméabilisation du canal médullaire :

Elle impose un démontage du foyer avec les inconvénients cités précédemment si elle est réalisée à ciel ouvert. L'alésage du foyer de pseudarthrose, quand il est possible, permet de ne pas aborder le foyer et de réaliser un apport osseux par le produit d'alésage.

b.4. Excision de l'os nécrotique :

La conduite à tenir vis-à-vis de l'os nécrotique n'est pas univoque. En effet, si tout séquestre doit être enlevé, il ne faut pas réaliser une excision extensive conduisant à une perte de substance massive de réparation difficile. Seules les pseudarthroses septiques peuvent imposer de tels gestes : l'excision doit, dans ce cas, être complète, quel que soit le sacrifice osseux qui en résultera, pour obtenir l'assèchement du site.

c. Moyens thérapeutiques:

Il existe deux moyens de traitement [69].

- les moyens de stimulation de l'ostéogénèse dominés par les greffes osseuses.– les moyens de stabilisation du foyer de pseudarthrose.

c.1. Stimulation de l'ostéogénèse :

❖ Décortication ostéo-musculaire :

Elle peut être utilisée isolément, ou faire partie de la voie d'abord dans le cadre d'autres techniques. Elle doit être considérée comme une greffe osseuse vascularisée. Son principe a été clairement exposé par Robert Judet[48], père de la technique : «C'est une portion vivante qui reste sur place, qui est simplement séparée de l'os, et à laquelle on confie la tâche de se ressouder à l'os et, en même temps qu'elle se ressoude à l'os, d'entraîner le processus de consolidation de cet os lui-même.»

Elle réalise un manchonnage du foyer de pseudarthrose par un abord intra-cortical de l'os à l'aide d'un ciseau à os. Le fourreau de copeaux osseux vascularisé a un double rôle d'ostéogénèse péri-focale et de relance des processus de consolidation du foyer de pseudarthrose lui-même. Elle représente un geste de base du traitement à foyer ouvert des pseudarthroses [62].

Elle doit toujours être associée à une synthèse solide. Elle est pratiquée isolément dans le cas des pseudarthroses hypertrophiques, mais doit être associée à une greffe spongieuse ou cortico-spongieuse toutes les fois où il existe un défaut osseux. Dans le cas des pseudarthroses infectées, elle est réalisable en l'absence d'abcès péri-osseux décollant les parties molles de l'os [70].

Une étude a été faite par M. Tall sur une période de trois ans, porte sur 50 patients pris en charge pour pseudarthrose diaphysaire avec un délai moyen de 11 mois (6-48 mois). Le fémur était atteint 14 fois, le tibia 22 fois, l'humérus 8 fois, et les deux os de l'avant-bras 6 fois. La technique chirurgicale consistait en une décortication ostéo-musculaire, suivie d'une reperméabilisation du canal médullaire, puis d'une ostéosynthèse. Une plaque vissée auto-compressive était utilisée pour l'humérus, le radius et l'ulna. Les pseudarthroses médio-diaphysaires du fémur et du tibia étaient traitées par enclouage centro-médullaire et celles du tiers proximal de la diaphyse fémorale par vis-plaque DCS inversée. La revue clinique et radiographique des patients a été effectuée à j21, j45, j90 et j120. La consolidation était obtenue en moins de 90 jours au membre supérieur et en moins de 120 jours au membre inférieur. Aucune greffe additionnelle n'a été réalisée. Seuls 2 cas d'inégalité de longueur du membre inférieur ont été identifiés.[71]

➤ Voie d'abord :

La voie d'abord est la plus directe possible, allant d'emblée jusqu'à l'os (Fig. 37). Aucun décollement cutané ne doit être effectué, encore moins de décollement au contact de l'os, en particulier pé-rioste, car les éléments de la décortication ne seraient plus pédiculés. Cette voie d'abord doit être suffisamment longue, d'une part pour la décortication elle-même qui doit

s'étendre sur au moins un tiers de la longueur de l'os, d'autre part pour récliner plus facilement les copeaux ostéopé-riostés et tourner autour de la diaphyse.

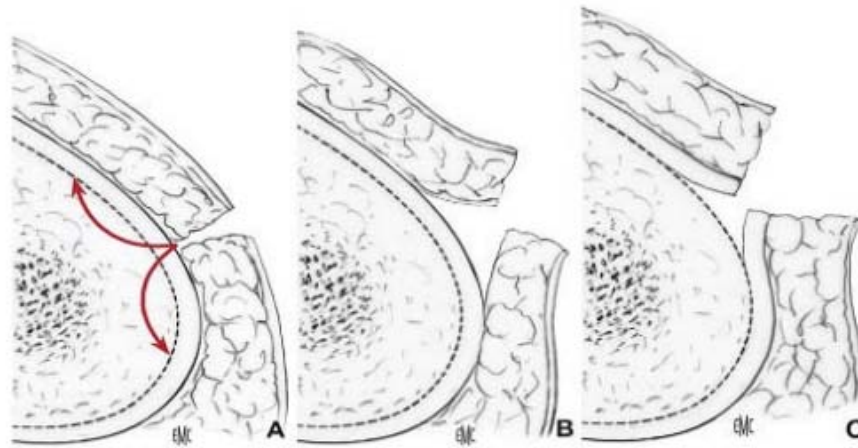


Figure 37 : Principes de la voie d'abord dans la décortication. A. D'emblée jusqu'à l'os. B. Pas de décollement sous-cutané. C. Pas de décollement périosté. [58].

➤ **Technique :**

Deux instruments seulement sont nécessaires :

- un ciseau à os (Fig.38) : il doit posséder un biseau et être parfaitement tranchant. La décortication est irréalisable si le biseau n'est pas bien affûté et il n'est pas inutile de vérifier soi-même l'affûtage avant l'intervention ;
- un maillet : notre préférence va au maillet de « nylon » qui permet un travail plus souple, plus précis et une meilleure perception de ce qui se passe au bout du ciseau.

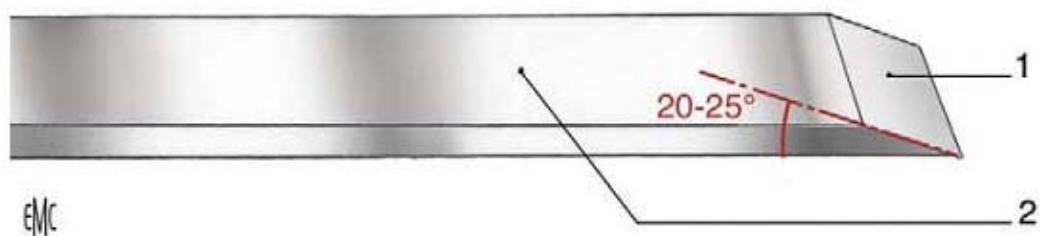


Figure 38 : Ciseau à décortiquer. 1. Biseau ; 2. Planche. [58]

La tenue de ces instruments est importante et répond à des règles : elle est identique à celle des menuisiers. Le manche du ciseau (comme celui du maillet) doit être tenu à pleine main (fig. 34), le pouce au-dessus des doigts longs. C'est la seule façon d'avoir une tenue ferme, précise, et de guider son ciseau comme on le souhaite.

Pour le travail du biseau (fig. 39*), le ciseau attaque l'os obliquement et le biseau revêt de ce fait une importance primordiale. Si le biseau est dirigé vers l'os, il tend, lors de son travail, à écarter le ciseau de l'os. La lamelle corticopériostée enlevée est très fine, voire inexistante, réalisant un déperiostage préjudiciable à toute consolidation. Si la planche du ciseau (côté plat opposé au biseau) est dirigée contre l'os, le travail du ciseau se fait en profondeur.



Figure 39: Tenue du ciseau.

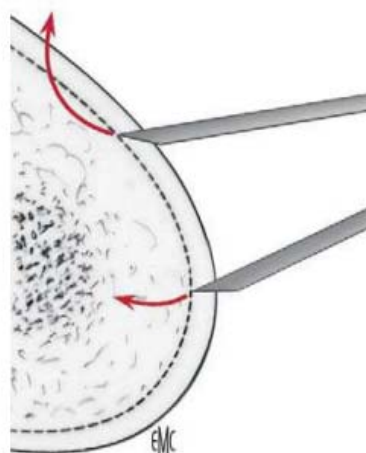


Figure 39* : Travail du ciseau selon l'orientation du biseau

La décortication doit pouvoir être effectuée dans de bonnes conditions si la chronologie suivante est respectée (fig. 40) :

- faire l'entaille du premier copeau ostéopériosté, planche contre l'os, pour obtenir une entaille de 2 à 3 mm de profondeur ;
- retourner le ciseau et travailler le biseau contre l'os, progressivement, le ciseau remontant à la surface en détachant un copeau ostéomusculaire de bonne épaisseur ;
- recommencer de la même façon pour le copeau suivant.

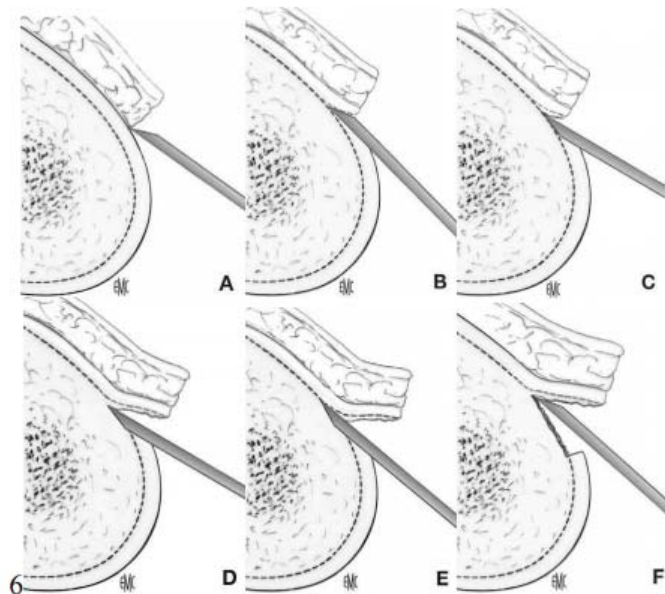


Figure 40 : Maniement du ciseau au cours de la décortication (A à F) [58].

Avec l'expérience, il est possible de travailler le biseau toujours contre l'os, en faisant varier l'inclinaison du ciseau au fur et à mesure de sa progression, l'important étant de ne jamais perdre le contact osseux. Il est important, avant de débiter la décortication, de bien analyser l'aspect radiographique de la pseudarthrose. Il est en effet bien rare que les faces osseuses soient planes et régulières.

Beaucoup plus souvent, elles présentent bosses, creux et anfractuosités, rendant difficile la décortication. L'opérateur doit donc avoir noté avec soin la situation de ces changements de relief, au risque de se fourvoyer trop profondément ou trop superficiellement. C'est en progressant ainsi que de fines lamelles corticomusculaires, saignantes, bien attenantes aux parties molles doivent être détachées, si possible de façon circonférentielle et sur 10 à 15 cm

selon l'os abordé. Ce n'est que lorsque la décortication est terminée que l'on est autorisé, si besoin est, à pratiquer des gestes complémentaires au niveau du foyer de pseudarthrose.

❖ Grefe cortico-spongieuse autologue :[72]

La greffe osseuse a un rôle d'inducteur de la consolidation et de comblement d'un défaut osseux parcellaire ou segmentaire.

Les greffons peuvent être de trois types : spongieux, cortico-spongieux ou corticaux.

Selon leur mode d'utilisation, la greffe peut être apposée (correspondant manchonnement d'un foyer par du spongieux), de comblement en cas de defect parcellaire), encastrée dans une tranchée (greffe en inlay) ou vissée en pontant le foyer de pseudarthrose.

Quelle que soit la technique retenue, l'apport de greffons spongieux est toujours bénéfique. Ces greffons se défendent bien contre l'infection, ils induisent une ostéogenèse rapide et peuvent être placés dans les moindres recoins sans problème. À l'inverse, la greffe corticale pure a une ré-habitation lente et se défend mal contre l'infection. Son prélèvement entraîne toujours la fragilisation du segment de membre donneur. Employée seule, sans synthèse de complément, elle n'assure pas, quel que soit le mode de fixation, une stabilisation satisfaisante du foyer de pseudarthrose. Elle est actuellement abandonnée.

L'instrumentation nécessaire comporte :

- une rugine large.
- un écarteur contre-coudé de type Homman
- des lames de Pauwells et un maillet.
- une gouge de Kelly ou de Stagnara
- une curette tranchante.
- un compas ou une règlette pour mesurer les greffons.

Les greffons autologues sont majoritairement prélevés sur l'os iliaque.

Ce choix découle de sa qualité ostéogénique, de la présence d'un volume d'os important permettant des prélèvements de greffons corticospongieux (ou spongieux) de forme et de taille variables.

Si les prélèvements sont habituellement bien tolérés, la prise de greffe iliaque n'est pas pour autant un acte bénin et secondaire. Les complications [74]existent, les plus graves sont les lésions de l'artère fessière, la perforation péritonéale, la lésion urétérale, la hernie abdominale, la lésion de l'articulation sacro-iliaque et la lésion du nerf fémorocutané. Elles sont heureusement rares (moins de 10% des cas).

Les complications mineures (de 10% à 20% des cas) sont des douleurs persistantes au-delà de 3 mois en rapport avec la lésion de branches nerveuses et la fracture de l'épine iliaque antérosupérieure [73].

Les sites de prélèvement sur le bassin sont la crête iliaque antérieure et le massif des épines iliaques postérieures.

– Prise de greffons dans la crête iliaque antérieure :

Le site donneur le plus couramment utilisé est la crête iliaque. Selon la position du patient, on utilise soit la crête iliaque antérieure qui procure de 5 à 10mL d'os spongieux, soit, si cela est possible, la crête iliaque postérieure qui permet d'obtenir jusqu'à 30 mL d'os spongieux [75].

L'accès de la crête iliaque antérieure est facile, le patient peut être installé en décubitus dorsal ou latéral et elle permet de prélever des greffons corticospongieux d'excellente qualité bien que d'un volume de spongieux peu important.

Les complications à éviter sont :

- l'atteinte du nerf fémorocutané ;
- la fracture de l'épine iliaque antérosupérieure ;
- la lésion de la branche postérieure du 12e nerf thoracique ;
- la perforation de l'aile iliaque ;

Deux rapports nerveux sont à retenir (fig. 41). Le nerf cutané fémoral latéral (branche du plexus lombaire) suit le muscle iliaque dans un dédoublement du fascia iliaca puis croise l'épine iliaque antérosupérieure 1cm en dedans, sous l'arcade crurale. Les branches du 12e nerf thoracique perforent l'aponévrose du grand dorsal au-dessus de la crête qu'elles croisent à l'union de son tiers postérieur et de ses deux tiers antérieurs, en arrière du tubercule du moyen fessier.

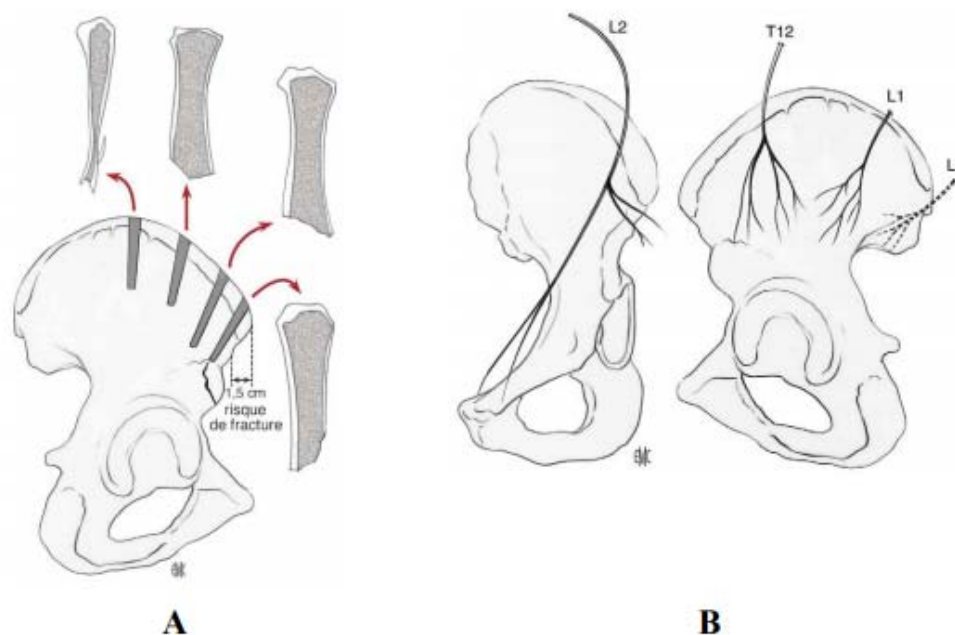


Figure 41 : A : Architecture osseuse de l'aile iliaque. B :Rapports neurologiques de l'aile iliaque

Exposition de la crête iliaque antérieure. L'installation du patient se fait le plus souvent en décubitus dorsal avec un coussin sous la fesse homolatérale. Le décubitus latéral est possible mais attention à ce qu'il ne soit pas trop postérieur. Il est prudent de marquer la crête et l'épine iliaque antérosupérieure. Enfin, il est préférable de badigeonner et de «champer» large car si le membre inférieur est installé dans le même temps, les champs descendent lorsque le membre inférieur est reposé sur la table et masquent alors la crête iliaque.

L'incision cutanée est habituellement réalisée 1 cm sous la crête car les muscles de l'abdomen retombent « en besace » sur la crête. En fait, il est possible, compte tenu de la mobilité cutanée dans cette zone, de décaler l'incision pour éviter qu'elle gêne en cas de port de ceinture ou pour la cacher plus haut dans un maillot. L'incision débute 1,5 cm en arrière de l'épine iliaque antérosupérieure pour ne pas léser le nerf cutané fémoral latéral et ne pas fracturer l'épine iliaque antérosupérieure en taillant un greffon trop antérieur. Sa longueur est fonction de la taille du prélèvement souhaité et de l'obésité du patient (figure 42).

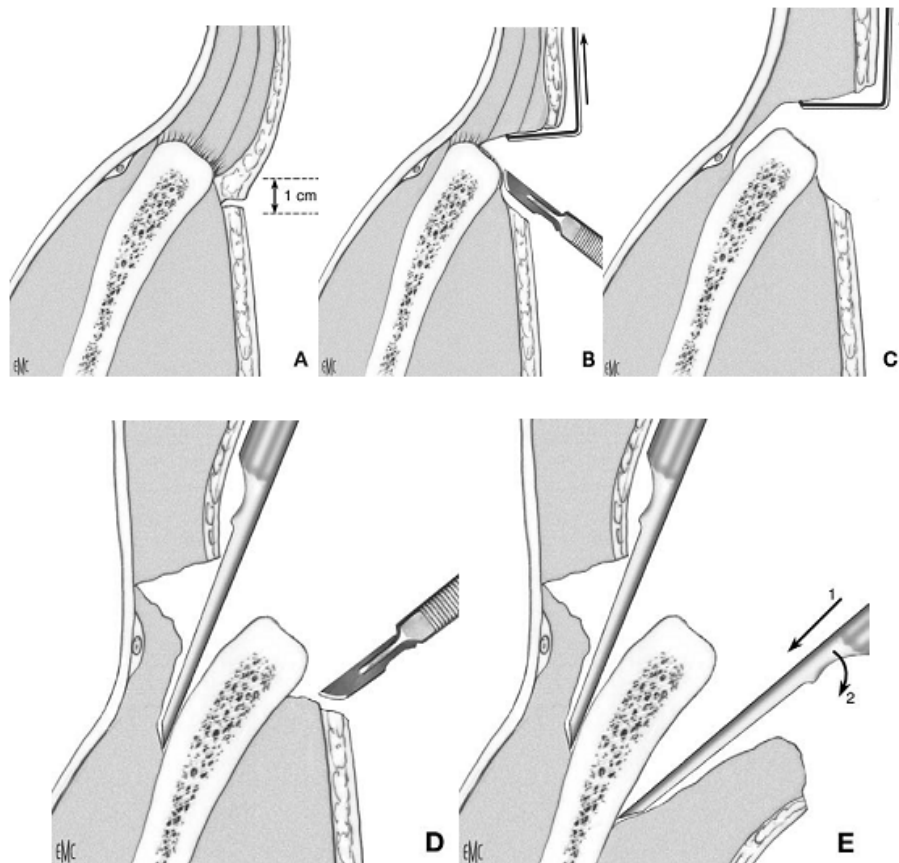


Figure 42: Exposition de la crête iliaque antérieure (A à E).[58]

Après la dissection du tissu cellulaire sous cutané, il faut repérer le bord inférieur des muscles abdominaux et relever ceux-ci jusqu'au bord supérieur de la crête (respecter le 12e nerf intercostal en arrière du tubercule du moyen fessier). Il faut ensuite décoller le périoste au bistouri du bord externe au bord interne de la crête puis désinsérer toujours au bistouri le muscle iliaque de la crête jusqu'à voir la zone musculaire sur toute l'étendue du prélèvement. À l'aide d'une rugine, décoller le muscle iliaque de la face interne de l'aile iliaque e restant au contact de l'os. En cas de décollement étendu, des artères nourricières peuvent saigner leur Pseudarthrose de la palette humérale :profil épidémiologique, clinique, radiologique, thérapeutique et évolutif 89 hémostase se faisant alors à la cire. Pou s'exposer, il suffit alors de maintenir la rugine courbe verticale ou de planter un écarteur de Homman à la face interne de l'aile iliaque.

Un dégagement de la fosse iliaque externe est nécessaire si l'on doit prélever un greffon de pleine crête (tricortical). Il faut alors inciser le périoste et dégager en sous-périosté la face externe de l'aile iliaque avec une rugine.

– **Prise d'un greffon corticospongieux :**

Le greffon doit être pris sur la face interne, respectant ainsi les fessiers et le galbe de la crête.

Il faut mesurer au préalable la taille requise pour le greffon. Amorcer les coupes antérieure et postérieure au ciseau à os à partir du bord interne de la crête, sans dépasser son milieu. La dernière coupe est réalisée, dans le plan de l'aile iliaque, au petit ciseau (en attaquant du coin du ciseau), en suivant le sommet de la crête entre les coupes précédentes. Il faut ensuite s'étendre en profondeur avec des lames de Pauwells en faisant attention à Discussion – 108 – ne pas perforer l'aile iliaque. Enfin, il faut rompre la corticale avec un ciseau à os [58] (fig. 43).

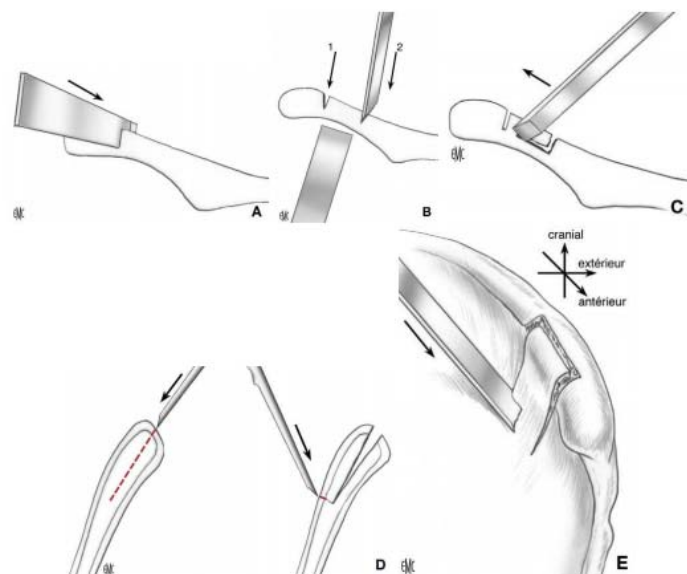


Figure 43: Prélèvement d'un greffon corticospongieux iliaque antérieur (A à E) [58].

– **Prise d'un greffon en pleine crête (tricortical) :**

Le site de prélèvement (antéropostérieur) et l'orientation du ciseau sont fonction de la forme désirée pour le greffon et de la courbure de la crête iliaque. La zone de prélèvement

(théorique) débute à 1,5 cm en arrière de l'épine iliaque antérosupérieure pour se prolonger jusqu'à 3 cm en arrière du tubercule du moyen fessier où se situe la partie la plus mince de l'aile iliaque. Une fois le site de prélèvement localisé, il faut réaliser la coupe postérieure [58] (fig. 44).

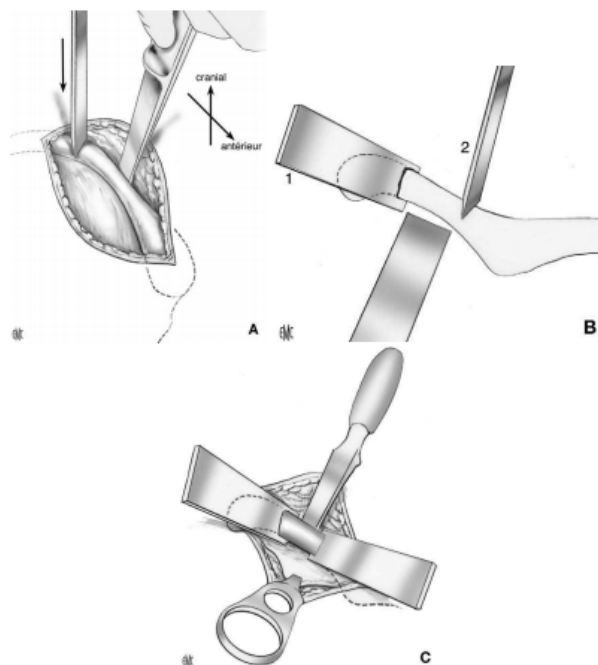


Figure 44 : Prélèvement d'un greffon tricortical sur l'aile iliaque antérieure (A, B, C) [58].

Dans le cas particulier de la prise de deux greffons de pleine crête juxtaposés, il faut réaliser successivement les traits d'ostéotomie suivants en laissant en place une lame de Pauwells dans chacun d'eux : trait antérieur, trait intermédiaire et enfin trait postérieur. Il ne faut pas libérer les deux greffons ensemble car le prélèvement complet du premier greffon rendrait difficile la prise du greffon adjacent. En effet, le défaut d'appui lié au défaut du premier greffon risque de fragiliser le second greffon lors de son prélèvement.

– Fermeture :

Il faut suturer les aponévroses de fessiers et du muscle iliaque pour éviter les hernies. Vérifier qu'aucune compresse n'a été oubliée (et ne pas se fier au simple compte de celles-ci). Un drain de Redon sous-cutané est positionné (En évitant le nerf cutané fémoral latéral lors du passage de l'aiguille à l'aîne) (Figure 45).

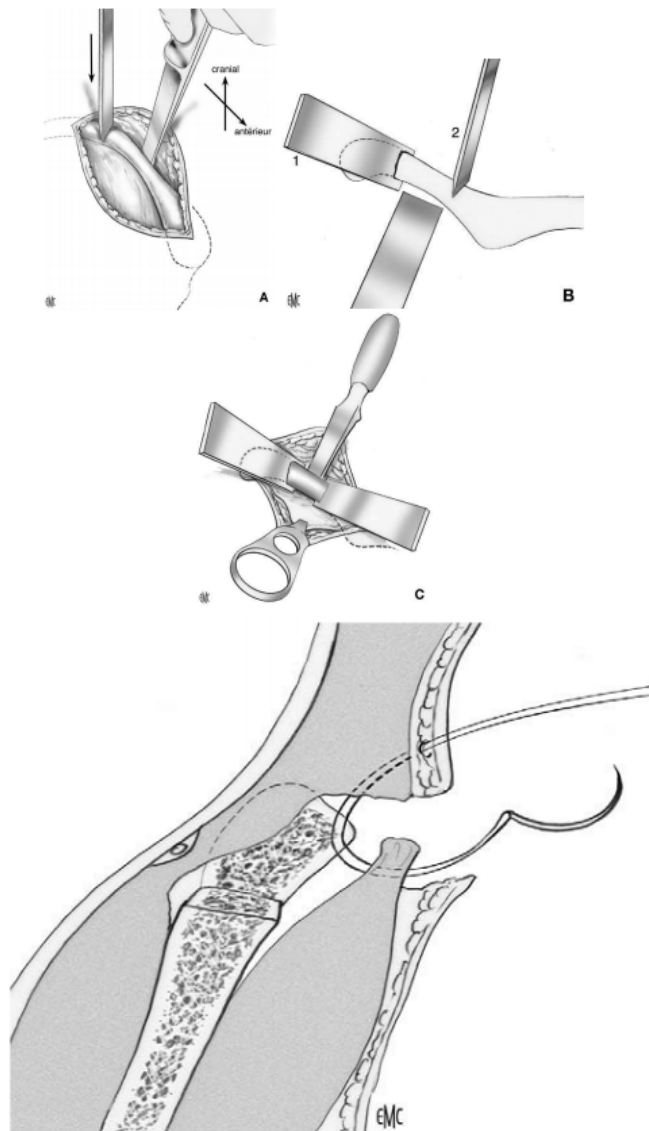


Figure 45 : Fermeture [58].

Les complications à éviter sont :

- l'atteinte du nerf fémoro-cutané ;
- la fracture de l'épine iliaque antéro-supérieure ;
- la lésion de la branche postérieure du 12ème nerf thoracique ;
- la perforation de l'aile iliaque ;
- l'oubli de compresses lors de la fermeture.

– Prise de greffons dans la crête iliaque postérieure :

Elle permet de prélever des greffons de grand volume et si nécessaire sur les deux crêtes dans une même installation. Cette installation se fait en décubitus ventral, le patient reposant sur les abords en postopératoire. Il n'est pas possible de prélever de greffon tricortical du fait de la présence de l'articulation sacro-iliaque.

Cette zone de prélèvement a été rapportée pour être la moins pourvoyeuse de douleurs postopératoires [76].

Les complications à éviter sont :

- la lésion des branches postérieures des premier et deuxième nerfs lombaires
- l'ouverture de l'articulation sacro-iliaque
- la plaie de l'artère fessière dans l'échancrure sciatique
- l'oubli de compresses lors de la fermeture.

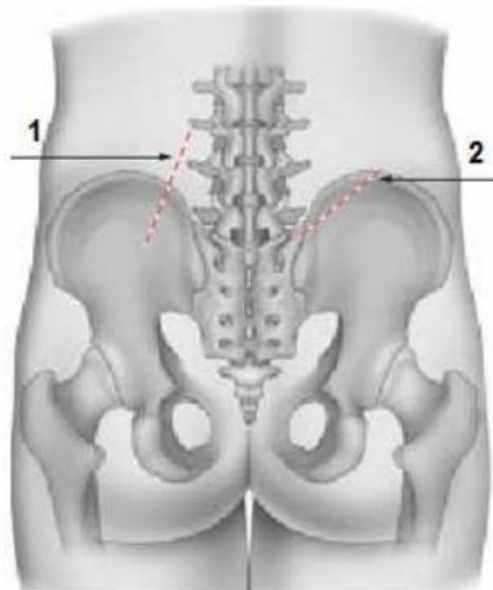


Figure 46 : Trajets de l'incision utilisés pour le prélèvement d'un greffon iliaque postérieur [77].

Ce type d'abord épargne les filets nerveux sensitifs qui ont une orientation oblique en bas et en dehors.

1. Incision recommandée ;

2. Incision habituelle.

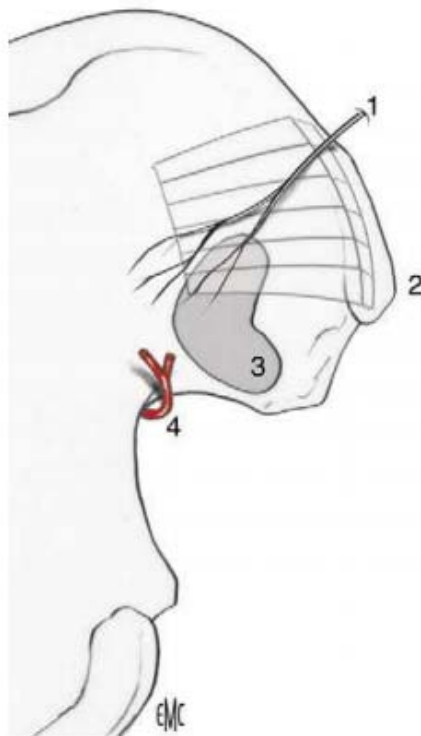


Figure 47 : Rapports anatomiques de la crête iliaque postérieure [58].

1. Branche cutanée de L1 ;
2. Epine iliaque postérosupérieure ;
3. Projection de l'articulation sacro-iliaque ;
4. Arbre fessier (danger anatomique)

L'incision cutanée doit être perpendiculaire au grand axe de la crête et parallèle aux rameaux nerveux cutanés pour limiter les lésions de ces derniers (et donc les douleurs postopératoires).

L'incision du périoste se fait entre les insertions du grand fessier et de l'aponévrose lombaire (Figure 48).

Il faut ensuite mettre à nu la crête au bistouri. La fosse iliaque externe est exposée à la rugine. Cette exposition est maintenue à l'aide d'un écarteur de Homman planté dans l'os iliaque.

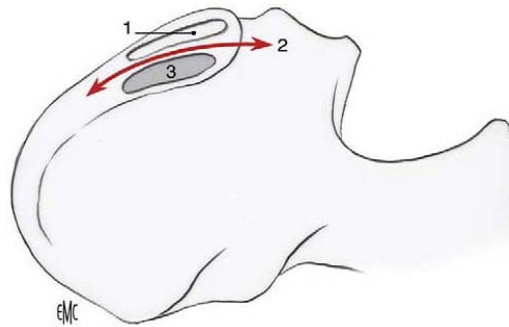


Figure 48 : Exposition de la crête iliaque postérieure. 1. Zone d'insertion de l'aponévrose lombaire ; 2. siége de l'incision du périoste ; 3. zone d'insertion du grand fessier. [58]

– Prélèvement des greffons allumettes :

Il faut tout d'abord inciser verticalement au ciseau la corticale externe en dessinant des greffons juxtaposés de la taille souhaitée. Ces traits doivent être perpendiculaires à la table pour éviter d'atteindre l'échancrure sciatique. Un trait axial, réalisé à l'aide d'un ciseau large sur la crête puis en profondeur au contact de la table interne, dégage les greffons. Pour finir, il faut relever les greffons en bloc et les libérer en sectionnant leur extrémité inférieure à l'aide d'un ciseau courbe [58]

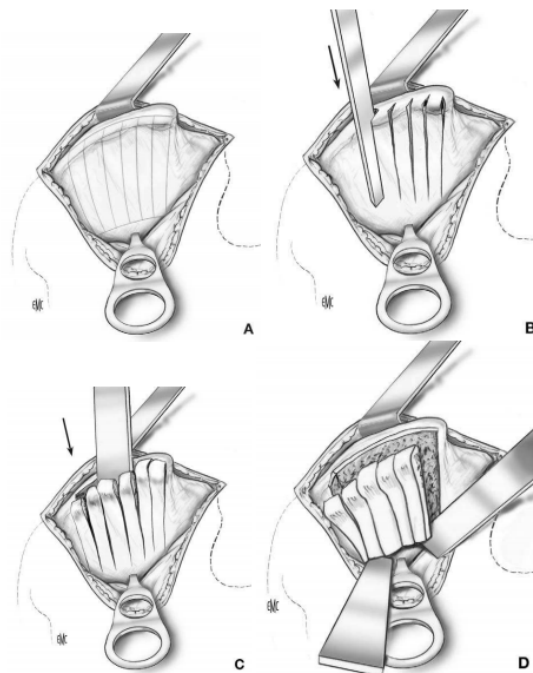


Figure 49: Prélèvement de greffons « allumettes » sur la crête iliaque postérieure (A à D) [58].

– Prélèvement des greffons spongieux :

Il faut, à l'aide d'une gouge de Kelly, attaquer perpendiculairement la surface osseuse du tranchant de la gouge (Fig. 50). Puis, avec des mouvements de pronosupination, on laisse progresser la gouge selon sa courbure. Enfin, à l'aide d'une curette, on peut vider l'épine iliaque postérosupérieure et le bord inférieur de la crête. Il faut toujours penser, lors des différentes manœuvres, à éviter l'effraction de l'articulation sacro-iliaque toute proche.

Fermeture: La réinsertion du grand fessier et de l'aponévrose lombaire est illusoire, celle du moyen fessier possible doit être réalisée. Vérifier qu'aucune compresse n'a été oubliée (et ne pas se fier au simple compte de celles-ci). Le drainage est réalisé par un drain de Redon sous-cutané sortant vers l'avant.

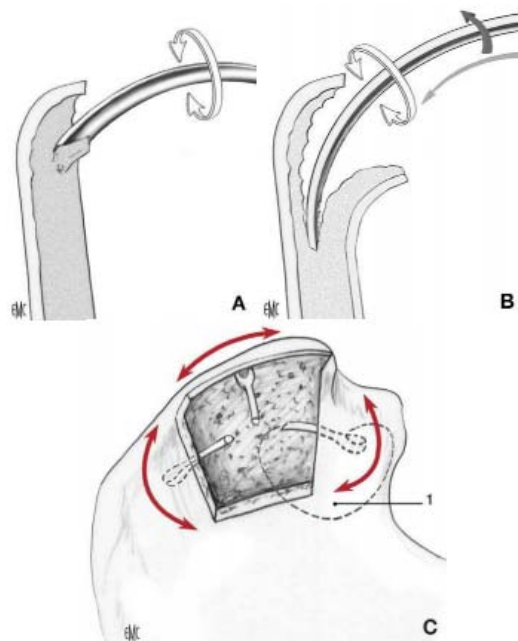


Figure 50 : Prélèvement de greffons spongieux sur la crête iliaque postérieure (A, B, C) [58].

❖ Greffe apposée :

Cette technique a été décrite par Phemister [78] qui l'avait appliquée au tibia après avoir obtenu une consolidation de la mandibule. Il s'agit de mettre au contact du foyer de pseudarthrose un greffon simplement apposé et maintenu par la suture des parties molles.

Initialement, ce greffon était cortical. Actuellement, c'est le greffon corticospongieux qui est le plus habituellement employé.[79].

Dans tous les cas, l'abord est rectiligne, sans décollement, jusqu'à l'os. L'abord du foyer de pseudarthrose se fait par décortication, selon la technique préalablement décrite, mais cette décortication peut se limiter à la face sur laquelle est apposé le greffon.

Le greffon ne doit être prélevé qu'après avoir abordé le foyer, car la découverte d'un foyer septique ou d'un séquestre peut modifier l'indication. Cette prise de greffe se fait avec des instruments propres, différents de ceux de l'abord du tibia. Le greffon est prélevé dans l'épaisseur de la crête et sa taille est adaptée à celle de la pseudarthrose et de l'os à greffer.

Le greffon est ensuite apposé contre la pseudarthrose par sa face spongieuse et maintenu dans cette position par la suture des parties molles.

Cette face spongieuse est sculptée pour s'adapter à la surface sur laquelle on la pose, éventuellement en mastiquant du spongieux pour effacer les reliefs (Figure 51).

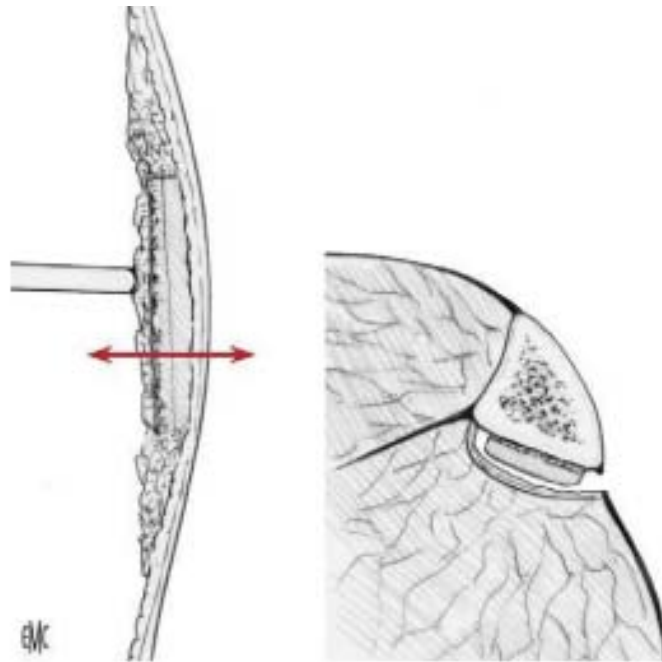


Figure 51 : Greffe apposée [58].

❖ Différentes techniques représentent des alternatives à l'apport spongieux :

➤ **Alésage :**

Il peut réaliser un apport spongieux au foyer de pseudarthrose par le produit l'alésage. Il peut être employé seul en dehors de l'enclouage centromédullaire et associé à une stabilisation du foyer par un fixateur externe (notamment en cas d'infection).

➤ **Greffes vascularisées :**

Les greffes osseuses vascularisées par rapport aux autogreffes ou allogreffes conventionnelles ont fait la preuve de leur supériorité en termes de taux et de délai de consolidation. Les pertes de substances supérieures à 7 cm sont de classiques indications de transferts osseux vascularisés [80].

Les greffes vascularisées, elles, consolident rapidement à l'interface greffon-hôte. Malgré leurs propriétés mécaniques, ces greffes doivent être stabilisées par une ostéosynthèse interne ou externe pour les protéger de fractures pendant leur période d'hypertrophie [81].

Les sources de greffes cortico-spongieuses vascularisées ou non sont le péroné, les côtes et les crêtes iliaques. Elles peuvent être greffées avec ou sans leur pédicule vasculaire. Ces greffes sont peu ostéoinductives mais plutôt ostéoconductrices et probablement ostéogéniques par la survie de leurs ostéoblastes [81].

Le transfert osseux libre vascularisé (péroné, crête iliaque, côte) est actuellement bien connu en chirurgie osseuse des tumeurs malignes et pseudarthroses. Les micro-anastomoses vasculaires ont transformé la guérison osseuse par réhabilitation progressive en consolidation simple du site fracturaire. Un support vasculaire autonome assure la consolidation osseuse dans les territoires aussi défavorables que sont la sclérose avasculaire et l'infection.

Les différentes indications de cette technique sont :

- La grande perte osseuse segmentaire due à :
 - Traumatisme.

- Tumeur.
- Ostéomyélite.
- Les pertes tissulaires complexes.
- Les anomalies congénitales osseuses.

La fixation du péroné est recommandée à ses deux extrémités pour éviter les micromouvements qui retardent la consolidation [82]. Chez les patients où le péroné a été fixé aux deux extrémités le taux de consolidation est plus élevé et surtout plus rapide.

Coulet et al [80] ont obtenu dans une étude de Huit transferts de fibula vascularisé dédoublé pour pertes de substances osseuses métaphysaires (sept pseudarthroses du fémur et d'un chondrosarcome du tibia) la consolidation dans tous les cas avec un délai moyen de 6,4 mois. Ce taux varie selon les auteurs pour la même technique de 83 à 100 % avec un délai de 5,1 à 7,5 mois [80].

Le transfert du fémula vascularisé dédoublé permet une restitution anatomique satisfaisante de la région métaphysaire. L'utilisation d'un FE pontant le genou outre un enraidissement constant semble conduire à une perte de correction en varus. Une ostéosynthèse interne lorsqu'elle est possible d'emblée ou en relais du FE paraît préférable. La dégradation arthrosique du genou est favorisée par les lésions articulaires initiales et un varus fémoro-tibial [80].

Jiang et al [174] ont signalé une nouvelle procédure chirurgicale appelée Le cFALP, cette procédure a fourni des résultats excellents pour la pseudarthrose réfractaire post-opératoire et pourrait être considérée comme un traitement alternatif pour la pseudarthrose réfractaire DFF.

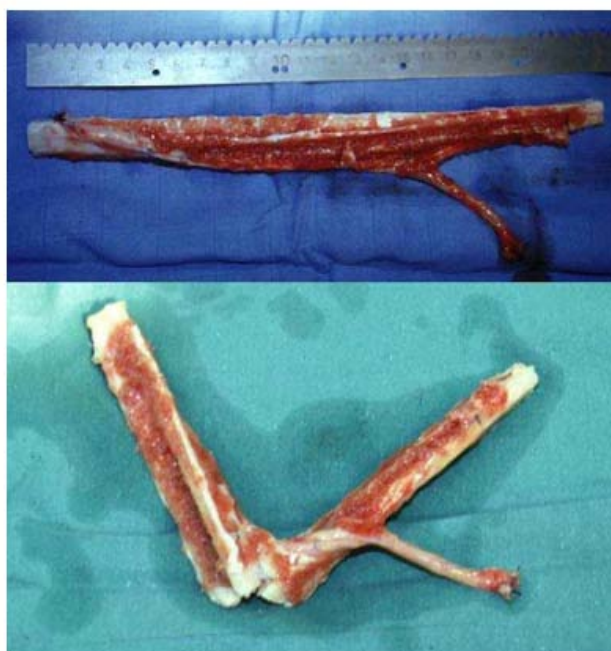


Figure 52 : Fibula prélevée avec son pédicule vasculaire dans sa portion proximale. Ostéotomie médiodiaphysaire avec dans la partie proximale conservation de la double vascularisation périostée et endomédullaire, alors que pour la partie distale en aval de l'ostéotomie, seule la première est conservée [80].

➤ **Greffe selon papineau :**

L'intervention de Papineau consiste en une excision-greffe à ciel ouvert en deux temps. La stabilisation du foyer est indispensable en utilisant le plus souvent un fixateur externe. La qualité de l'excision est jugée par l'apparition d'un bourgeon charnu qui couvre toute la cavité [83]. La greffe est pratiquée entre le 10ème et le 15ème jour après l'excision. La cicatrisation est obtenue par épidermisation de surface.

Le traitement par Papineau au niveau de la diaphyse fémorale a permis dans la série historique de la Société Orthopédique de l'Ouest (SOO) (14 cas) de guérir 100 % des patients [19].

Toutefois, s'il y a une large perte de substance. L'excision osseuse devant être prudente, elle est faite si besoin en deux temps [19].

Le Papineau contrôle donc en même temps l'infection, la consolidation et la cicatrisation. Lerat pense que cette technique doit être réservée aux cas qui ont une peau impossible à recoudre après l'excision des tissus malades

Pour Lortat-Jacob[84], le traitement par Papineau, en dehors des complications liées au traitement des pseudarthroses infectées (raideur, infection itérative), expose à un certain nombre de complications spécifiques qui sont les problèmes cutanés et la difficulté d'obtenir un os mécaniquement fiable.

Cette méthode thérapeutique, qui permet d'apporter de l'os là où il en manque – sans souci de la couverture cutanée immédiate et avec une bonne assurance de consolidation –, doit du fait de sa morbidité rester d'indication exceptionnelle [19]

➤ **Céramique phospho-calcique :**

Les céramiques sont des matériaux non organiques dont la structure générale est biphasique : une phase vitreuse (matrice), et une phase cristalline (aiguilles cristallisées).

Ces céramiques sont bioactives, ont donc des échanges chimiques avec les tissus vivants. Après implantation, elles sont dissolues et dégradées suivant leurs compositions et leurs structures, ce qui aboutit à la précipitation des cristaux d'apatite : processus de calcification. Ensuite peut se produire le processus d'ostéoconduction et de remodelage osseux haversien.

Elles nécessitent un contact intime avec l'os et l'absence total de mouvement avec celui-ci.

Par ailleurs ce type de céramique possède des qualités mécaniques très faibles et une certaine fragilité.

Leur utilisation est aisée pour combler des pertes de substance. En cas d'extrusion dans une articulation, elles ne se dissolvent pas.

Perrier et al [85] ont obtenu 80% de consolidation de pseudarthroses de la diaphyse humérale traitées par greffe de céramique phosphocalcique et greffe de moelle osseuse autologue. Ainsi ces céramiques semblent être un très bon support ostéoconducteur pour les substances ostéoinductrices comme la moelle osseuse.

Actuellement les indications reconnues restent surtout les fractures fraîches avec perte de substance osseuse épiphysaire où elles semblent être aussi efficaces que les greffes osseuses autologues [86].

➤ **L'injection de moelle osseuse :**

C'est une méthode peu invasive, de morbidité faible, et constituant une alternative intéressante à la greffe de moelle conventionnelle.

Elles fournissent des cellules précurseurs associées éventuellement à un échafaudage porteur, ainsi permet d'augmenter la réponse ostéogénique du foyer de pseudarthrose. Hernigou [87], a précisé la technique :

La moelle est prélevée au trocart dans la partie antérieure des deux crêtes iliaques, au besoin par deux équipes. Environ 300 cm³ sont ainsi prélevés. La centrifugation permet ensuite de ne conserver que les cellules nucléées qui sont réinjectées dans le foyer ou à proximité.

La moelle osseuse peut être associée à un support comme le collagène, l'os déminéralisé, et les polymères d'acide polylactique ou polyglycolique, et les céramiques phosphocalciques qui constituent un excellent support. [88]

Plusieurs études ont montré l'efficacité de cette technique dans le traitement de PSA notamment Hernigo [87] rapporte 28 cas de succès sur 35 cas de non consolidation,

Ainsi, Cette solution paraît très prometteuse pour la réparation des larges pertes de substance osseuses, mais elle nécessite un laboratoire à proximité.

➤ **Les champs électromagnétiques pulsés :**

Les champs électromagnétiques sont délivrés par deux électrodes posées sur le membre de manière opposée. Quand les ondes sont pulsées, un courant faible, variant dans le temps, traverse les tissus, courant similaire à celui créé par l'os en réponse à des déformations. Ce courant déclenche la minéralisation du foyer et induit la consolidation.

L'utilisation clinique des champs électromagnétiques dans le traitement des PSA date des années 70 avec un taux de consolidation proches de 80%. [89]

L'équipe de Wang [90] a démontré lors d'une étude sur l'animal une accélération du processus de consolidation lors de la stimulation par ondes pulsées (lithotritie).

Xu et al [91] ont étudié l'efficacité des ondes pulsées dans 69 cas. La consolidation est acquise dans 75,4 % des cas mais cette étude n'a pas mis en évidence d'efficacité sur les pseudarthroses atrophiques.

Bara et al. [92] décrivent un taux de consolidation de 83 % dans une série de 150 patients et observent également l'absence de réponse favorable à ce type de traitement des pseudarthroses atrophiques.

D'autres auteurs ont étudié l'effet d'une stimulation électromagnétique sur l'ostéogénèse. **Scott et King** [93] ont utilisé des champs électromagnétiques à basse fréquence chez dix patients en état de pseudarthrose et ont obtenu la consolidation dans 60% des cas contre aucun dans le groupe témoin composé de 11 patients.

Les techniques de champs magnétiques et d'ultrasons, par des moyens différents semblent cependant activer les mêmes mécanismes de consolidation avec une morbidité nulle.

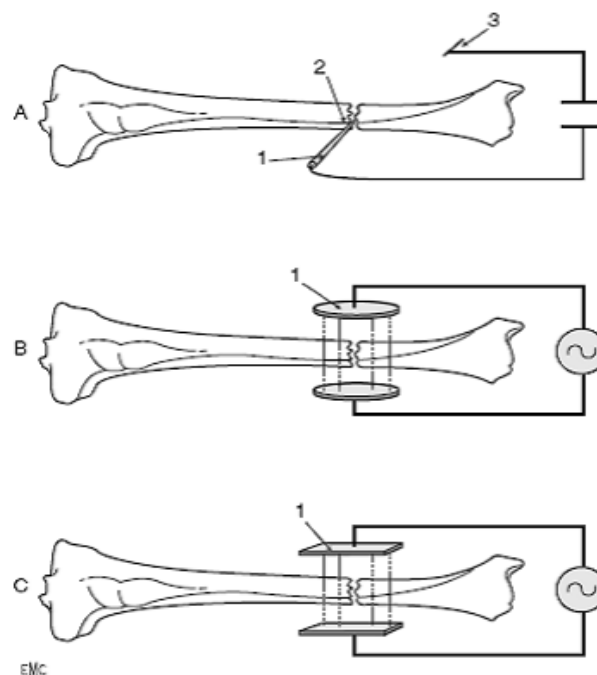


Figure 53: Techniques de stimulation électrique et électromagnétique (d'après Ryaby).[94]

- A. 1. Électrode introduite dans le foyer de fracture ; 2. cathode ; 3. anode.
- B. Stimulation par champ électromagnétique. 1. Bobine.
- C. Stimulation par courant alternatif. 1. Électrodes appliquées sur la peau avec un gel conducteur

➤ Ultrasons pulsés de basse intensité :

L'utilisation des ultrasons à faible intensité pulsés en cas de pseudarthrose reste marginale, cependant de nombreuses études ont démontré l'intérêt de ce procédé sur la stimulation osseuse [95].

Le principal avantage de la stimulation électrique est son risque minimal. Pour cette raison, de nombreux chirurgiens choisissent d'utiliser comme un traitement adjuvant pour les pseudarthroses fémorales difficiles avec enclouage centromédullaire ou plaque [95].

Ils constituent une forme d'énergie mécanique non invasive transmise à travers la peau. Il faut distinguer : [96]

- les ultrasons de très haute intensité
- les ultrasons de haute intensité
- les ultrasons de basse intensité 1 à 50 mW/cm². Considérés comme non destructifs et ne dégageant que peu de chaleur, ils sont à la base de l'échographie.

Ce sont ces basses intensités qui agissent en stimulant la consolidation.

Hémery et al [95] ont trouvé que l'utilisation du stimulateur à ultrasons a permis d'obtenir un taux de consolidation de pseudarthrose de 79%. Ce taux est sensiblement comparable aux différentes séries de la littérature utilisant des ultrasons pulsés de faible intensité.

Stein et al. [97] retrouvait un taux de consolidation de 88 % (16 patients sur 18).

Dans les séries de **Gebaueur et al** [98] et **Nolte et al** [99], le taux de consolidation obtenue était respectivement de 70 % et 87 %.

En 2007, **Rutten et al** [101] obtenaient 70 % d'évolution favorable dans le suivi des retards de consolidation de fracture du tibia.

Pigozzi et al [100] retrouvaient une évolution favorable de la pseudarthrose pour tous les patients étudiés (15 patients), dans le cas particulier de patients sportifs.

ROMANO et al 1999 ont rapporté 90% de consolidation série de 15 cas de PSA. [102]

FRANKEL 1998 a rapporté un meilleur taux de consolidation de PSA dans différents sites, au niveau du tibia était 83 %. [103]

Pour les patients atteints de pseudarthrose de la diaphyse fémorale atrophiques, la thérapie par ondes de choc extracorporelle ESWT peut être utilisée comme méthode de traitement non invasive alternative et efficace [172].

La revue de la littérature ne mentionne aucune complication (allergie, irritation) liée à l'utilisation des ultrasons.



Figure 54 : Le stimulateur Exogen® [104].

➤ les protéines ostéo-inductrices:

Sur les différentes études analysant l'activité des facteurs de croissance, les BMP ont attiré l'attention par leur capacité à induire une formation osseuse. Seule une partie des BMP a montré sa capacité à induire une ossification enchondrale d'elle-même : ce sont les BMP 2 à 7 et la BMP-9.

Actuellement seules deux BMP recombinantes ont été développées pour des applications cliniques : rhBMP-2 et rhBMP-7 (osteogenic protein 1, OP1).

L'utilisation systématique de BMP dans les fractures à risque de PSA permettrait de diminuer de 44% le risque de PSA.[105]

Mac Kee et al [106] ont montré la diminution du taux de réinterventions après injections de rhBMP-7 au niveau du foyer dans les fractures ouvertes de jambe, sans observer d'augmentation significative du taux de consolidation.

Semat et al[109],a rapporté un taux de consolidation de plus de 80% ,sans aucun événement indésirable secondaire à l'application de ces protéines.

Friedlaender et al [107] ont mis en évidence, pour le traitement des pseudarthroses de jambe, l'absence de différence de taux de consolidation entre l'utilisation de rhBMP-7 et d'une greffe osseuse autologue. De plus ils montrent la diminution du taux d'infections de manière significative et la moindre morbidité par rapport au site donneur.[165]

La FDA a émis une exemption de dispositif d'aide humanitaire pour l'application de rhBMP-7 comme une alternative aux autogreffes dans les pseudarthroses résistantes des os longs dont l'utilisation d'une autogreffe est impossible et des traitements alternatifs ont échoué [108].

Cependant, l'efficacité de cette traitement d'appoint n'a pas été spécifiquement signalés avec la pseudarthrose fémorale [108].

Nous ne devrions pas oublier que l'utilisation des BMP dépend du respect de ces principes y compris être en contact avec un tissu osseux bien vascularisé, parties molles bien vascularisé , un stock des cellules souches mésenchymateuses indifférencié, l'utilisation d'un soutien efficace et pas de drainage, ce qui nous garantie la persistance de ces facteurs dans le foyer.[109]

Barrena et al [165] ,ont montré que les MSC jouent Un rôle crucial dans la réparation des os, et donc la thérapie cellulaire peut servir d'alternative au greffe osseuse autologue. La moelle osseuse autologue (BM) est riche en facteurs de croissance et les ostéoprogénés en tant que MSC sont présents dans les cellules mononucléaires. Les MSC de la moelle osseuse sont actuellement les cellules les plus appropriées pour induire la réparation osseuse, car elles ont une forte Potentiel ostéogénique et sont facilement obtenus en cultivant des aspirats de crête iliaque.Plusieurs modalités de thérapie cellulaire basées sur MSC ont été développées, c'est-à-dire avec et sans culture cellulaire, et avec ou sans matrice. La fraction de cellules mononucléaires de la moelle osseuse, qui contient les MSC, peuvent être utilisés directement par injection percutanée d'aspiration BM dans le site de blessure .



Figure 55 : Préparation cellulaire et biocéramique intra-opératoire [165]

➤ **Méthode de Hyalonect :**

L'utilisation d'Hyalonect semble être une méthode sûre avec un impact positif sur l'union dans le traitement chirurgical de la pseudarthrose, en particulier en l'absence de toute infection.[166]

TEKIN et al[166] a rapporté un taux de consolidation de 100% chez tous les patients ayant une pseudarthrose et traitaient par une ostéosynthèse interne avec une allogreffe et couverte par Hyalonect.le délai moyen de consolidation était de 6 mois .



Figure 56 : Hyalonect avec des sutures[166]

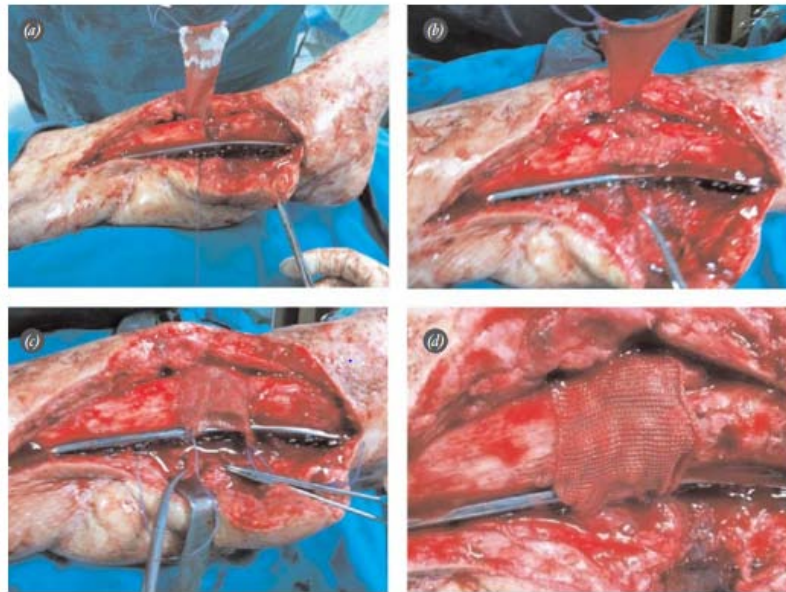


Figure 57:(A) Une vue de Hyalonect avant de couvrir le site défectueux. (B) Des greffes sur le site défectueux. (C) Suturer le Hyalonect après la couverture du défaut et des greffes (D) Vue du site de la pseudarthrose après l'application de Hyalonect.[166]

Dans un modèle animal (rats adultes), Moukoko a observé aucune complication particulière liée à l'administration de G-CSF administré en période pré- ou postopératoire immédiate, cette cytokine a intensément stimulé les phases précoces de la consolidation des fractures fémorales.[179]

➤ Injection de plasma riche en plaquettes

Les études portant sur l'utilisation du plasma riche en plaquettes sont peu nombreuses. Le plasma riche en plaquettes provient d'un triage des cellules de la moelle par centrifugation afin de réduire le taux de granulocytes qui retarde la cicatrisation et la consolidation et de globules rouges qui favorisent l'oxydation. Ce plasma centrifugé devient riche en lymphocytes, monocytes et plaquettes qui sont des sources de facteurs de croissance et de BMP.

Une étude de 21 cas a été faite **Philippe Chiron**[110]. La technique consiste à injecter sous amplificateur de brillance au niveau du foyer de fracture, du plasma riche en plaquettes de manière isolée. Ce sont des pseudarthroses aseptiques, stables, sans perte de substance

osseuse majeure (inférieure à 5 millimètres) des os longs des membres supérieurs et inférieures. 20 consolidations ont été obtenues dans les quatre mois qui ont suivi l'injection.

L'adjonction de facteurs riches en plaquettes a donc sa place dans l'arsenal thérapeutique du traitement des pseudarthroses aseptiques associée au traitement médical, arrêt du tabac, arrêt des anti-inflammatoires, stabilisation du diabète et du traitement mécanique consistant en la remise en charge.

Elles sont en compétition avec l'injection simple de moelle ou de protéines ostéo-inductrices. La thérapie cellulaire est en parallèle avec cette technique puisque le nombre de cellules cultivées au bout de trois semaines in vitro à partir de cellules autologues est le même que celui obtenu par mise en culture du plasma riche en plaquettes.

c.2. les moyens de stabilisation du foyer de pseudarthrose

❖ Enclouage centromédullaire (ECM) :

L'ostéosynthèse idéale est certainement l'enclouage centromédullaire permettant d'obtenir la meilleure stabilité tout en autorisant une compression du foyer si le verrouillage n'est pas statique.[58]

D'ailleurs, dans certaines situations de pseudarthrose hypertrophique sur clou, il est possible de réaliser un simple changement du clou après alésage sans abord direct du foyer de pseudarthrose.[58]

Dans le cas des pseudarthroses sous-trochantériennes, le recours à un système de verrouillage cervicocéphalique type « Clou gamma long® » est indispensable[58]

L'apport de l'alésage (au début des années 1950), qui réalise l'adaptation du diamètre du canal médullaire à celui du clou, a permis l'introduction de clous plus gros donc plus solides (la résistance du clou augmente selon la puissance trois à quatre de son diamètre) et a définitivement éliminé la complication la plus dangereuse de l'enclouage centromédullaire sans alésage : l'enclavement du clou.[111]

Il a été également prouvé que l'alésage par l'avivement endoméduillaire stimule l'ostéogénèse et que les produits d'alésage ont les mêmes propriétés ostéoformatrices que des greffons spongieux.[112]

Dans notre série, 17 patients ont bénéficié d'enclouage centromédullaire.

➤ La dynamisation d'un enclouage

En théorie la dynamisation permet de redistribuer les forces au niveau du foyer pseudarthrosique. Ce traitement est relativement simple à réaliser ,et peut être efficace dans les fractures stables initialement traitées par ECM à verrouillage statique [113,162].

Cette méthode convertit la fixation de statique en dynamique et favorise la formation de cal, le remodelage, stimule l'ostéogénèse et induit une union de fracture en permettant aux forces de poids de transférer à travers le site de pseudarthrose.[114]

Selon **Pihlajamäki et al** [115] la dynamisation a permis d'obtenir un taux de 50% de consolidation. Cependant, une prévalence significative des complications a été rapportée, la plus notable est le raccourcissement > à 2 cm, dans 20% des patients traités par la dynamisation [115].

Selon **Korean et al** [117] La dynamisation n'est plus bénéfique dans les fractures comminutives, elle produit une instabilité importante au niveau du foyer pseudarthrosique.

Basumallick et Bandopadhyay [116] ont trouvé que la dynamisation d'un ECM ouvert réduit le temps nécessaire à la consolidation.

La principale complication à craindre de cette technique est le raccourcissement osseux qui peut entraîner une divergence significative de la longueur du membre inférieur .[118]

Atik[164] a montré que le cadre circulaire externe d'Adam fixé sur l'extrémité de clou fémoral est un bon choix et moins invasif pour les pseudarthroses de fémur traités précédemment par ECM à verrouillage dynamique.



Figure 58 : [114]

- A. Patient âgé de 24 ans avec fracture de la diaphyse fémorale traité avec une ostéosynthèse de la plaque. Développement de la pseudarthrose aseptique 8 mois après la chirurgie.
- B. Conversion de La méthode de traitement du clou intramédullaire.
- C. Progression de la consolidation 12 mois après l'insertion de clou intramédullaire
- D. Radiographie du patient 3 ans Postopératoire. Le patient était sans symptômes, avec une absence totale de douleur au site de la fracture et un retour complet à ses activités normales

➤ **Changement de l'ECM :**

Cette technique stimule mécaniquement et biologiquement la consolidation osseuse [113,119], Qui consiste à retirer le clou déjà placé, alésage du canal médullaire, et l'insertion d'un clou plus large.

Le changement de l'enclouage permet une bonne stabilité, en augmentant la longueur de la portion isthmique du canal médullaire, ce qui augmente la zone de contact clou endoste.

taux variables de consolidation de fracture ont été rapportés après le changement de l'enclouage pour le traitement de pseudarthrose du fémur diaphysaire [120].

Dans la littérature un taux de 97% de consolidation a été rapporté. dans cette série, les fractures ne sont consolidées qu'après une reprise de changement de l'ECM [106]

Une série plus récente montre que le taux de consolidation est 82%[119]. Weresh et al [81] ont trouvé un taux de 53% de consolidation, dans cette série une prévalence élevée de pseudarthrose persistante chez les fumeurs a été signalée.

Korean et al [117] ont trouvé un taux de 54% de consolidation chez les patients qui présentent une pseudarthrose du fémur et qui sont traités par changement de l'ECM .ils ont constaté que le changement de l'ECM n'est pas toujours la méthode fiable de traitement des pseudarthroses du fémur.

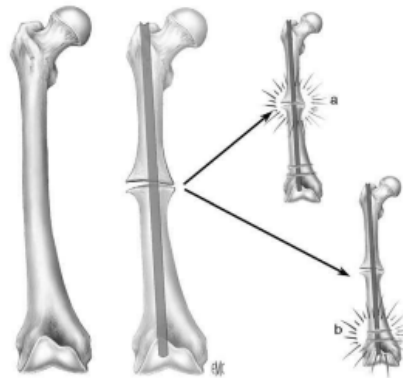


Figure 59 : Pseudarthrose diaphysaire du fémur aboutissant à une fracture « de fatigue » du clou centromédullaire. a. En regard du foyer de pseudarthrose ; b. en amont des vis de verrouillage [58].

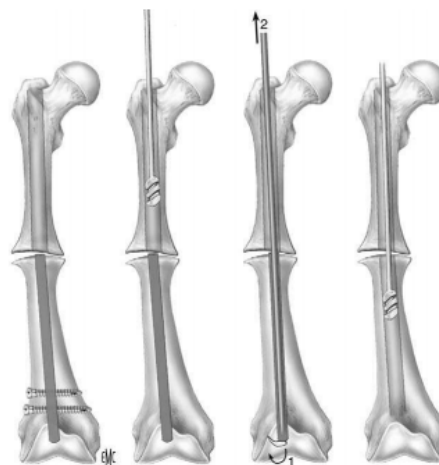


Figure 60 : Extraction d'un clou cassé en regard du pseudarthrose [58].

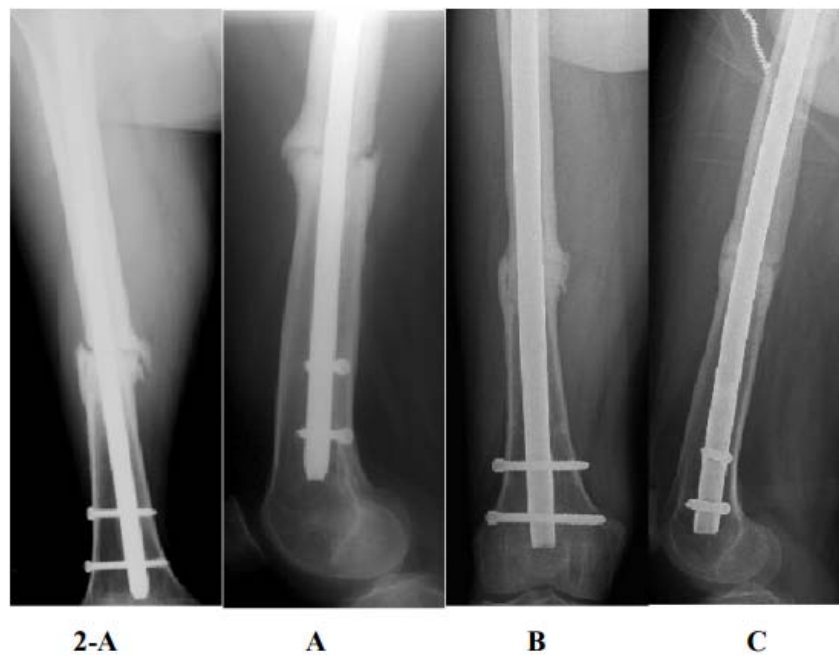


Figure 61 : A et B (A) face et (B) latérale, des radiographies d'un homme de trente ans qui présente une pseudarthrose eutrophique, trente-trois mois après une fracture fermée du fémur diaphysaire qui a été initialement traités par un enclouage à verrouillage dynamique de 11 mm. C et D. (C) face (D) latérale, des radiographies faites douze mois suivant le changement de l'enclouage à verrouillage statique de 15 mm (après alésage du canal médullaire d'un diamètre de 16,5 mm) [113].



Figure 62:traitement d'une pseudarthrose vitale légèrement hypertrophique de la diaphyse fémorale par ablation de clou ,réalésage et enclouage par un clou plus large.[121]

➤ ECM après plaque vissée :

Si la pseudarthrose survient sur plaque vissée le choix le plus raisonnable est la conversion en ECM, Wu et al [82] ont rapporté un taux de consolidation de 100% chez 21 patients avec pseudarthrose du fémur sur plaque traités par ECM.

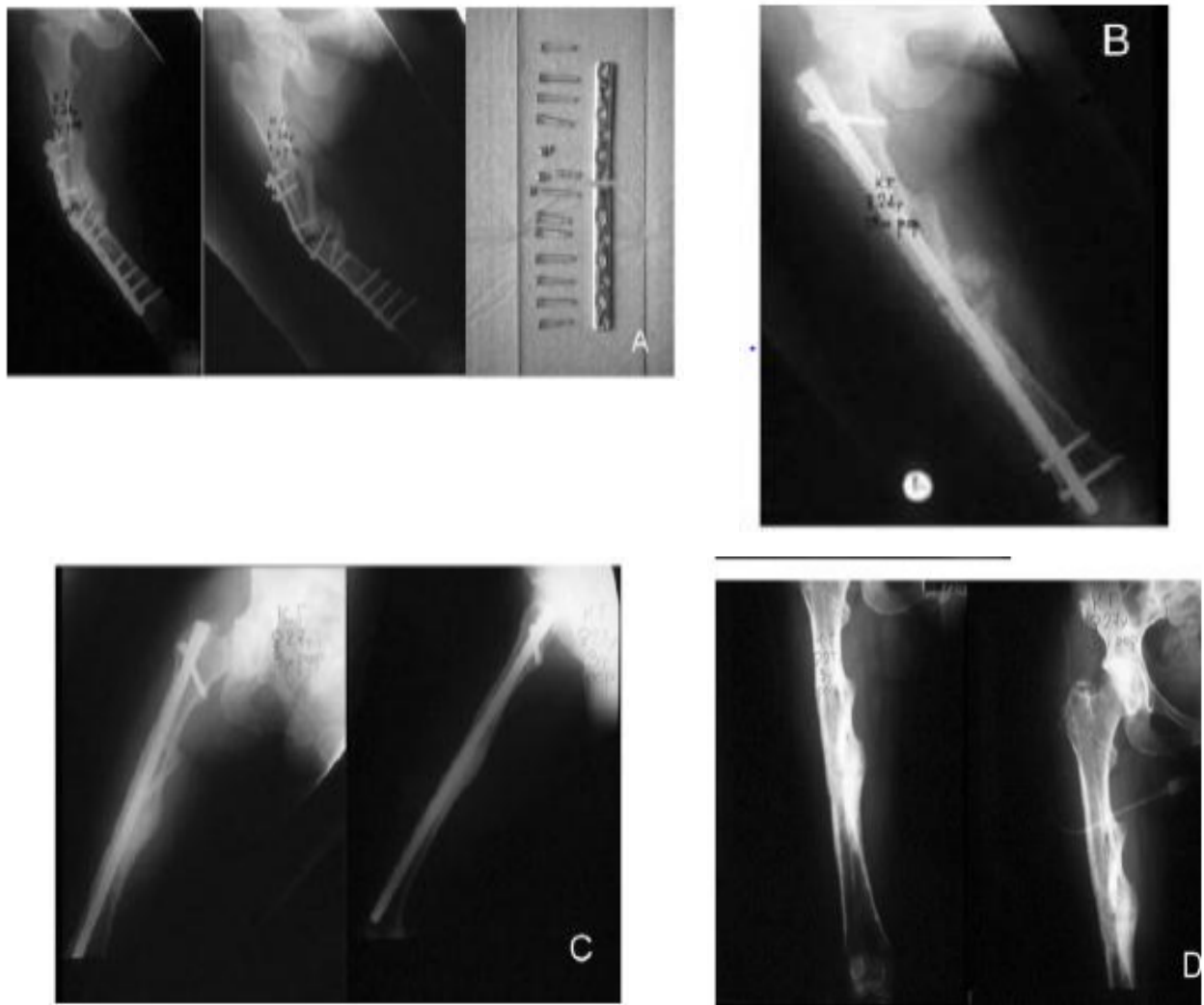


Figure 63 :

A : patient de 24 ans avec rupture de la plaque d'ostéosynthèse ,suite au développement de la pseudarthrose sur une fracture de la diaphyse fémorale trois ans après la 1 iere intervention.

B : l'enclouage intramédullaire réalisé après ablation de la plaque

C : consolidation osseuse complète 3 ans après la procédure de révision **D :** radiographie après ablation de clou.[122]

❖ **plaque vissée :**

L'Ostéosynthèse par plaque offre des avantages spécifiques par rapport à la dynamisation et le changement de l'enclouage. La plaque vissée donne une meilleure stabilité mécanique pour les pseudarthroses hypertrophiques. Alors pour pseudarthroses eutrophiques et atrophiques, la plaque vissée peut être combiné avec une greffe pour améliorer à la fois les mécanismes biologiques et l'environnement mécanique pour la consolidation [113]

Malgré ces inconvénients :une perte de sang plus élevée, un taux d'infection et Taux de pseudarthrose plus élevés qu'avec l'enclouage par échange, l'ostéosynthèse par plaque vissée a été prouvé efficace pour le traitement du la pseudarthrose fémorale . Les indications pour l'ostéosynthèse par plaque incluent Les pseudarthroses hypertrophiques, les pseudarthroses proximaux et distal où l'application du clou intramédullaire est difficile.[122]

Dans l'étude de Abdel-AA et al [123] 13% de patients ont bénéficié d'une plastie du quadriceps arthrolyse genou pour une rigidité significative à 1 an après le traitement par plaque vissée.

Cependant Bellabarba et al a décrit l'efficacité de la plaque dans le traitement de la pseudarthrose, il trouve qu'en cas d'un large défaut osseux supérieur à 5 cm, la plaque permet de placer un plus grand greffon, surtout s'il s'agit d'un transfert libre du péroné vascularisé entre la plaque et la diaphyse [123,113].

Bellabarba et al [124] ont conclu que la plaque DCP est d'une grande valeur en présence de déformation.

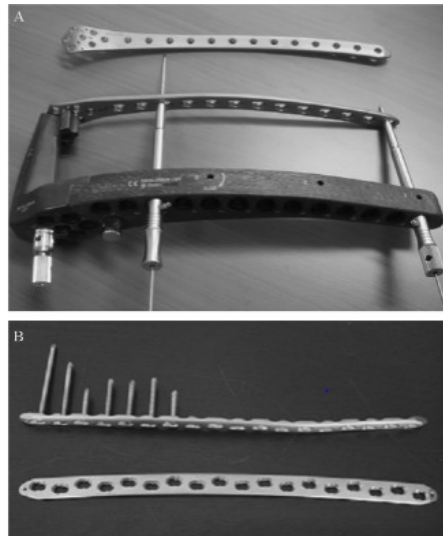


Figure 64 : Plaques à gros fragment à vis bloquées LCP (Synthès®). A : plaque fémorale distale, complétée du système LISS ; B : plaque fémorale diaphysaire[124].

La « wave plate » est une plaque spéciale à centre courbé de telle sorte qu'elle ne s'applique pas directement sur le foyer de pseudarthrose, permettant ainsi la préservation de la circulation locale résiduelle, favorable à l'incorporation du greffon de grande taille (Fig. 65).

Généralement, les plaques traditionnelles en présence de débris osseux sont sujettes à des forces de torsion et de courbures qui peuvent engendrer l'échec, contrairement à la « wave plate » qui a l'avantage de redistribuer les forces sur une surface plus grande ; elle présente aussi des avantages biologiques en favorisant la formation du cal par la flexibilité qu'elle offre (Fig. 64).

« wave plate » est un excellent traitement dans les fracture qui sont initialement traitées par plaque DCP et qui n'ont pas consolidé [125].

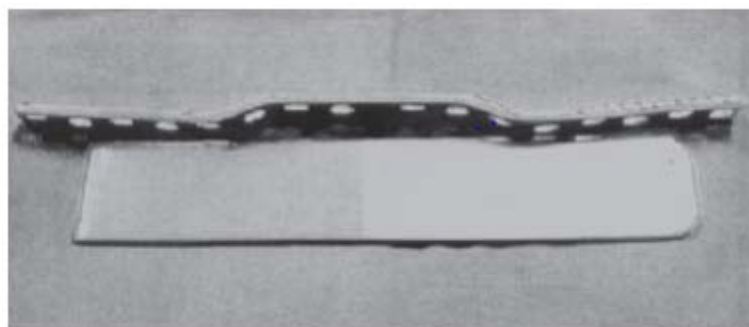


Figure 65: Wave plate : la partie intermédiaire est élevée d'environ 0.5 cm du reste de la plaque a 03v [125].

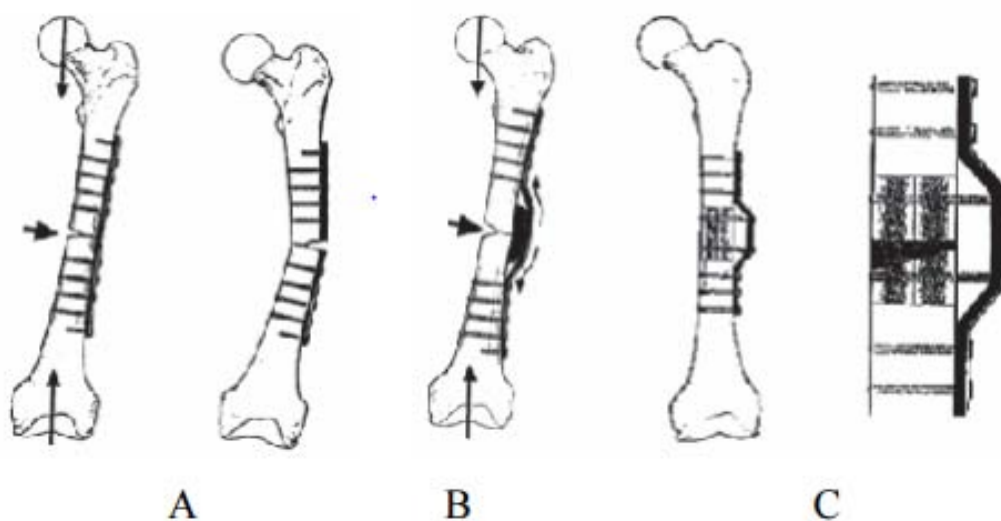


Figure 66 : Comparaison de plaque normale à la « wave plaque » [125].

A) Fracture due au manque de support à la partie intermédiaire.

B) La corticale latérale est soumise à la force de traction alors que la corticale médiale est soumise à une compression.

C) Situation de la fibre neutre lors de l'utilisation de la wave plaque, la région de la plaque soumise à une surcharge, une petite partie est touchée [125].

Plusieurs auteurs ont démontré l'efficacité de la « wave plate » dans le traitement des pseudarthroses complexes du fémur. Ils ont rapporté un taux de consolidation de 100% de pseudarthroses de fémur traitées initialement par l'utilisation du concept de (augmentative plate fixation) sans retrait du clou, l'ensemble fonctionne comme un puissant moyen de stabilisation, facilitant la mise en charge précoce et accélérant la consolidation; il recommande aussi d'éviter d'enlever le tissu fibreux du site de pseudarthrose.

L'utilisation de wave plate dans le traitement de pseudarthrose du fémur offre des excellents résultats, avec un taux de consolidation de 96%. Et l'évaluation clinique finale des patients a montré 84% de bons résultats, prouvant l'efficacité de la méthode de traitement [125].

L'utilisation d'une plaque supplémentaire en laissant l'enclouage centromédullaire en place pour le traitement de pseudarthrose du fémur offre une meilleure stabilité mécanique.

Yangrim et al [126] ont démontré que l'utilisation de plaque supplémentaire et la greffe d'os spongieux en laissant l'ECM in situ peut être une solution efficace en cas de pseudarthrose instable du fémur.

Yangrim et al [126] ont rapporté un taux de 100% de consolidation radiologique solide à une moyenne de 7,2 mois.

Korean et al [117] ont trouvé un taux de consolidation de 100%, chez les patients traités par plaque supplémentaire avec greffe osseuse. Ils ont rapporté que ce mode de traitement est très utile pour les pseudarthroses du fémur traitées par changement de l'ECM et qui n'ont pas consolidé.

Dans la série de **Benazzo**[127] ,comportant 11 cas de pseudarthrose de la diaphyse fémorale traités par plaque vissée et ECM,un seul cas a été traité par plaque vissée supplémentaire en laissant le clou initial en place pour obtenir une grande stabilité .

Maimaitiyiming et al [167] a montré que La fixation à double plaque et la greffe osseuse sont une méthode prometteuse pour le traitement de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale.autrement dit, cette stratégie est utile pour une telle pseudarthrose causée par une plaque répétée ou un clou intramédullaire défailant avec défaut osseux en raison de sa forte stabilité .le taux de consolidation était a 100% avec un délai de consolidation de 5,2 mois.

Vaishya[173] a trouvé aussi que l'utilisation d'une plaque supplémentaire semble une procédure efficace, fiable, sûre et facile pour le traitement de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale traité par un clou intramédullaire.son étude a été faite sur 16 patients traité par ECM+PLAQUE+GREFFE OSSEUSE.le taux de consolidation était a 100%.



Figure 67 :

A :patient de 30 ans avec une fracture comminutive de la diaphyse fémorale.

B :radiographie 12 mois après la 1 iere intervention montrant la progression de la consolidation osseuse .

C :ablation de cloi médullaire 18 mois après ,révélant une pseudarthrose .

D :consolidation osseuse 12 mois après ostéosynthèse par plaque et greffe osseuse .

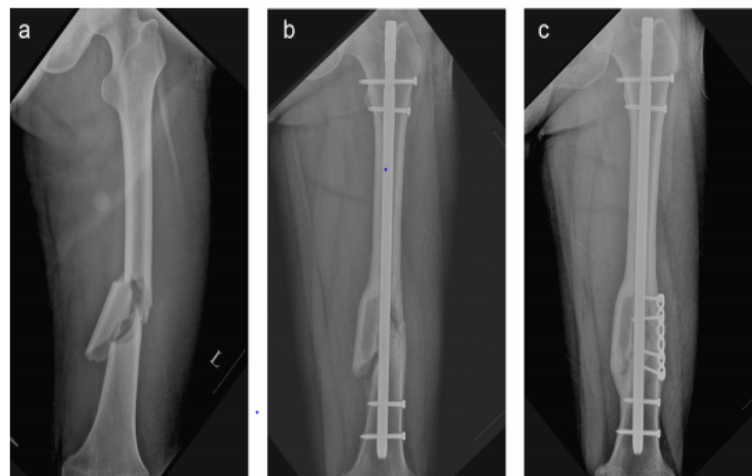


Figure 68 :un homme de 40ans avec fracture de la diaphyse fémorale.

a)pseudarthrose

b)10 mois après traitement par ECM+plaque supplémentaire+décortication et greffe osseuse autogène

c)3 mois plus tard.[163]



Figure 69 :

- a) Un homme de 21 ans présente une pseudarthrose du tiers distal du fémur qui a été traitée par une plaque supplémentaire en laissant ECM en place, à 15 mois après l'opération initiale.
- b) 36 mois après la dernière opération, la consolidation osseuse a été obtenue sans complications. Ablation de l'ECM [92].



Figure 70: Une plaque vissée supplémentaire de l' ECM + greffe osseuse autologue

Le clou maintient l'alignement, la plaque augmente et maintient la stabilité, et la greffe osseuse autologue augmente la biologie locale [127]



Figure 71 . Patient de 24 ans qui a eu une fracture de la diaphyse fémorale en 2008 (A). Initialement traité par réduction ouverte et ECM (B). la correction de la déformation a été effectuée et la fixation de la double plaque et la greffe osseux ont été appliqués après l'opération initiale du clouage et de la dynamisation intramédullaires (C). 4 mois de suivi, le patient a été autorisé à marcher avec un poids (D). La consolidation de l'os nouvellement formé s'est produite à 8 mois postopératoire (E et F).[167]

❖ Fixateur externe :

Il existe essentiellement trois types de fixateurs externes : Hofmann, monoaxial et Ilizarov. Véritables mécanos tridimensionnels modulables, ils permettent tous une stabilisation et une correction des troubles d'axes.

Le fixateur monoaxial utilise des broches filetées de plus gros diamètre que pour le fixateur de Hoffmann; placées selon le même principe, elles sont reliées à un tuteur externe unilatéral très robuste.

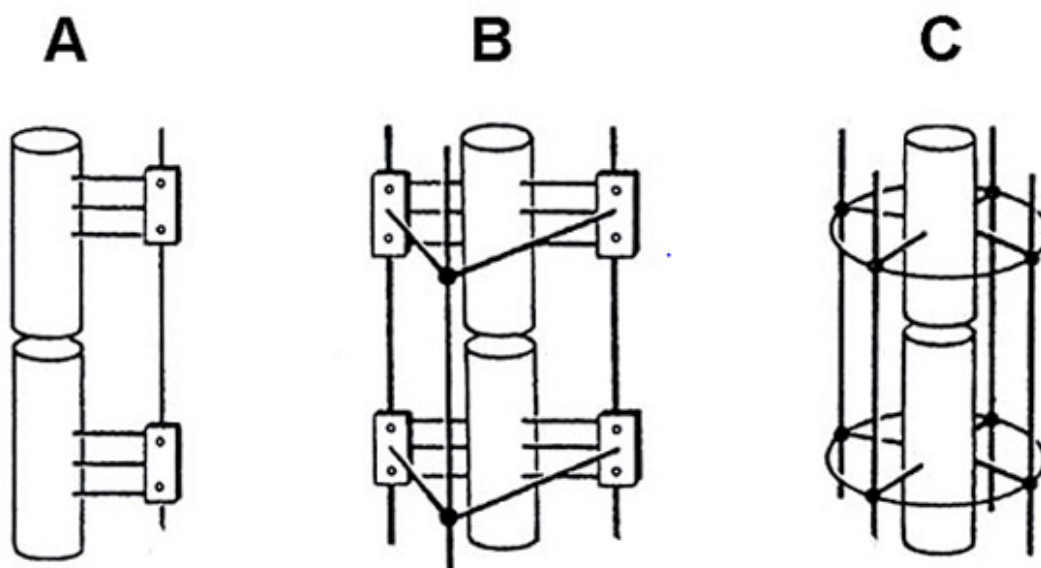


Figure 72: Les différents types de fixateur externe. En A, fixateur de type Monoaxial. En B, fixateur en cadre de type Hofmann. En C, fixateur périphérique de type Ilizarov [128].

La fixation externe a été rapportée comme un traitement des pseudarthroses du fémur, et la technique d'Ilizarov a été décrite en petite série de cas, avec de bons résultats dans la pseudarthrose aseptique [129,130,131,132]

Cette ostéosynthèse a été initialement décrite par Ilizarov pour réaliser des allongements de membre, corriger des déformations osseuses et combler des pertes de substance.

Ces techniques sont utilisées moins fréquemment que la dynamisation, le changement de l'enclouage et l'ostéosynthèse par plaque.

Le principe de l'ostéogénèse en distraction proposé par **Ilizarov** est capable de fournir un stimulus mécanique qui facilite la consolidation [131].

Il s'agit d'une ostéosynthèse bifocale, un anneau est mis de part et d'autre de la corticotomie fémorale supérieure et du foyer de pseudarthrose septique [19].

Au niveau du fémur, l'ostéotomie corticale s'effectue toujours à distance du foyer infectieux, soit au niveau du tiers supérieur de la diaphyse fémorale dans la région sous-trochantérienne (fig. 51), du fait des répercussions articulaires plus rarement au niveau du tiers inférieur de la diaphyse fémorale dans la région sus-condylienne.

L'allongement est de 0,25 mm pour 6 h, soit de 1 mm par jour.

Le transfert osseux est entre le 7^e et le 14^e jour, la distraction ostéogénèse ne débute que si l'infection est stabilisée, car réaliser la corticotomie et commencer la distraction dans l'infection et l'inflammation est un facteur d'échec de la régénération. Les fixateurs externes d'allongement monoplans type Orthofix® peut être aussi utilisés [19]

Conway [133] a démontré la difficulté de cette technique à mettre en place chez les patients obèses, chez qui il faut préférer le clou stabilisateur d'allongement. La mise en place du clou d'élongation, contrairement au fixateur externe, est à distance de l'excision. La stabilité du fémur est réalisée soit par un fixateur externe temporaire, soit par un clou centromédullaire temporaire recouvert par un manteau d'antibiotique. Le clou est réalisé dans un moule acceptant un implant de 10 mm de diamètre et permettant de réaliser un manteau de ciment circonférentiel. L'ablation du fixateur externe ou du clou temporaire est faite après la guérison infectieuse ; dans le même temps, la corticotomie et la mise en place définitive du clou d'allongement sont réalisées [133].

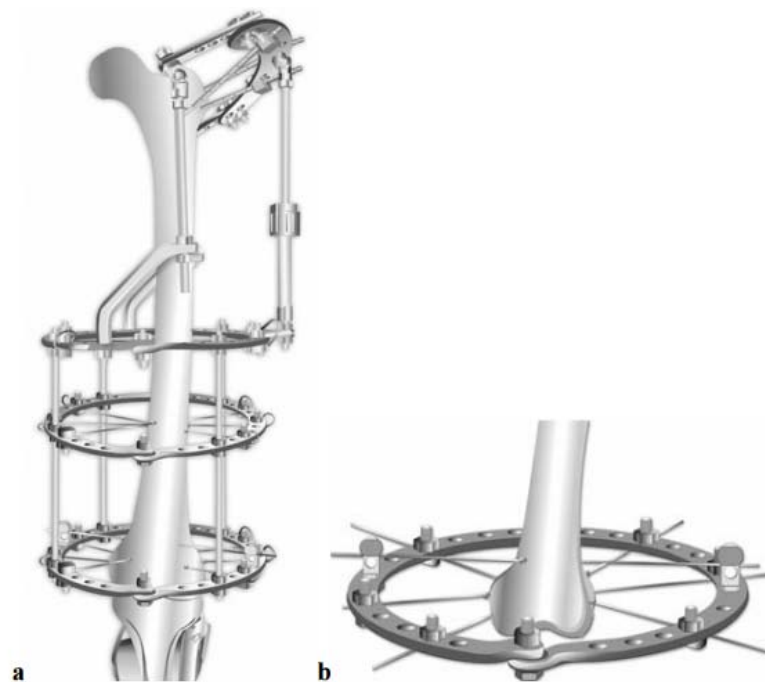


Figure 73: Diagramme montrant le fixateur externe d'ilizarov [134].

a) cadre bifocal circulaire standard b) fixation du fémur distal par
<olive wires>



Figure 74 : Transport osseux par fixateur externe [19].

Récemment, un nouveau système de transport osseux a été décrit par Kocaoglu et al [135] : il s'agit d'un transport osseux sur clou stabilisé par un fixateur externe. Le clou mis en place a un petit diamètre pour faciliter le glissement des segments osseux, seule l'extrémité distale du clou est verrouillée. Puis un fixateur externe est mis en place et la compression est exercée. Dès que la consolidation est acquise, le fixateur est enlevé ; la présence du clou facilite la compression, limite les forces de cisaillement et de rotation et permet un appui total plus rapide (fig. 75)

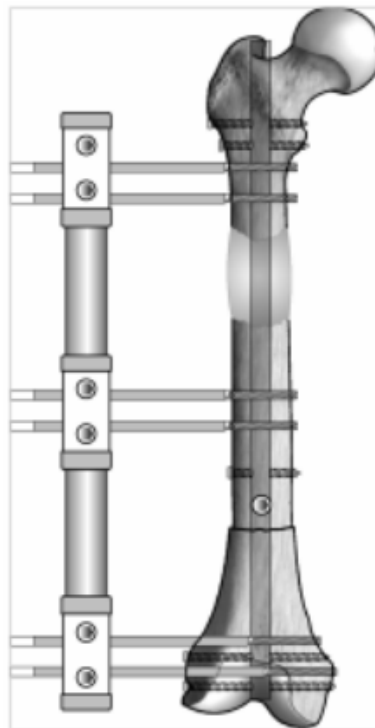


Figure 75: Transport osseux par fixateur externe et clou [19].

Une autre alternative aux procédures est le raccourcissement –allongement. Dans un premier temps, on comble la cavité en rapprochant les deux extrémités osseuses, puis simultanément on réalise une distraction osseuse à distance.

Dernièrement, Matsushita [136] a décrit une procédure originale : il effectue au niveau du foyer de pseudarthrose un raccourcissement associé à une décortication ostéomusculaire puis, 1 semaine après, il commence la distraction dans le foyer de pseudarthrose.

Les indications de la fixation externe sont limitées, à cause de complications liées aux fiches (l'ostéomyélite, l'arthrite septique, l'échec) [113].

Inan et al [132] ont démontré que cette technique est limitée aux patients qui présentent une pseudarthrose du fémur sur ECM avec plusieurs échecs de changement de l'ECM.

La complexité et le coût élevé suggèrent que ces techniques devraient être limitées aux centres de soins tertiaires avec des chirurgiens expérimentés [132]

Une étude a été faite récemment sur 37 patients (7 fémurs et 30 tibias) par **Harshwal** [137] sur le rôle de fixateur externe mono-latéral dans le traitement des pseudarthroses des os longs avec ou sans perte osseuse, et qui a montré une consolidation chez 34 cas (91,9%) avec un délai moyen de consolidation de 5 mois. Les résultats ont été excellents dans 24 cas, bons dans 9 cas, moyens dans un seul cas et mauvais dans 3 cas. La complication de cette série était l'infection par les fiches (11,5%).

Aucune pseudarthrose aseptique de notre série n'a été traitée par fixateur externe.

3.2. Pseudarthrose septique :

Au cours des dernières décades, le succès de l'enclouage centromédullaire (ECM) a globalement diminué le nombre de complications (pseudarthrose); cependant, pour **Alamis** [138], la prévalence de l'ostéite est en augmentation, car des germes comme le *Staphylococcus aureus* et l'*Enterococcus faecalis* sont devenus, du fait des résistances bactériennes, de plus en plus difficiles à traiter [138].

a. Mécanisme :

L'adhérence bactérienne permet la coalescence bactérienne et forme des microcolonies. Les bactéries de ces microcolonies modifient leurs caractéristiques métaboliques, augmentant la résistance à la phagocytose des polynucléaires et réduisant leur sensibilité à l'action bactériostatique. Elles acquièrent des caractéristiques variantes (variant microcolony ou VMC).

En parallèle, la fixation s'accompagne de la formation d'une matrice de polysaccharides bioprotectrice, le biofilm ou glycocalix, qui s'oppose à la pénétration des macrophages (fig. 77) [139].

Les bactéries qui sont situées dans les régions profondes du biofilm sont sous-oxygénées et ont un métabolisme ralenti. Elles se protègent ainsi des antibiotiques, qui agissent en phase de multiplication bactérienne ; elles sont en état d'hibernation et voient certaines de leurs propriétés modifiées [139].

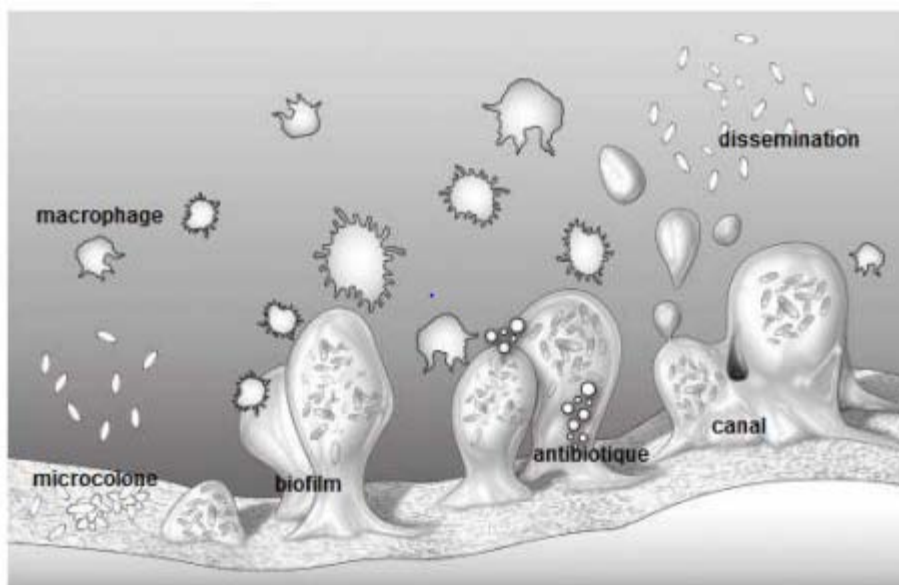


Figure 77: Mécanisme de l'infection : formation du biofilm ou glycocalix[19]

b. Bactériologie :

Les germes les plus souvent en cause sont des germes commensaux ou résidents provenant de la propre flore cutanée du patient. La seconde source de contamination est liée aux germes sélectionnés par les pratiques thérapeutiques. Ces germes sont souvent résistants aux thérapeutiques usuelles [19].

On effectuera lors de l'intervention cinq prélèvements profonds à visée bactériologique avec mise en culture en milieu solide et en milieu liquide, avec une incubation d'au moins 10 jours. Les cultures sont considérées comme positives si le germe mis en cause est isolé sur au

moins deux prélèvements, excepté pour le staphylocoque doré, où seule une culture positive suffit à poser le diagnostic.

c. Traitement de l'infection :

Le délai de prise en charge dans les centres spécialisés est long ; dans la majorité des cas, les patients sont vus en deuxième intention [140].

Le but du traitement est triple : éradiquer l'infection, consolider l'os et garder les fonctions articulaires du membre inférieur.

Avant de se lancer dans le traitement, il faut élaborer une stratégie thérapeutique tenant compte :

- de la durée prévisible de la consolidation ;
- du nombre de procédures chirurgicales nécessaires
- des conséquences psychologiques d'un nouvel échec ;
- de la volonté du patient, de sa famille et du médecin référent.

Il s'agit d'un traitement séquentiel ASR (assèchement, stabilisation, reconstruction) qui va s'intégrer dans une prise en charge multidisciplinaire (orthopédiste, infectiologue, bactériologiste, médecin traitant, psychiatre) [19].

La pseudarthrose septique est un grand défi au chirurgien, la réussite va rendre au patient sa vie sociale et professionnelle, l'échec va conduire à l'amputation

Le concept d'Illizarov a révolutionné le traitement de ce type de pseudarthrose.

c.1. Excision :

Excision est un terme de chirurgie utilisé qui signifie « opération par laquelle on enlève les parties d'un petit volume ».

«L'excision ne doit pas être systématiquement abusive, mais elle doit être systématiquement complète » Elle comporte l'ablation des tissus nécrosés et de tous les corps étrangers (fils non résorbables, matériel d'ostéosynthèse). L'os nécrotique et le matériel favorisent la colonisation

bactérienne, cinq prélèvements profonds à visée bactériologique sont effectués en peropératoire et, au moins 1 semaine avant la détersion, toute antibiothérapie doit être stoppée.

Des biopsies anatomopathologiques sont effectuées, à la recherche de signes en faveur d'une infection chronique devant un trajet fistuleux vieilli pour éliminer une hyperplasie pseudoépithéliale, voire un cancer épidermique [19].

Le temps de l'excision s'effectue généralement sans garrot, bien que certains auteurs conseillent l'utilisation d'une bande d'Esmarch.

Pour **Lortat-Jacob** [141], l'hémostase préventive a un double intérêt : elle limite le saignement peropératoire issu des tissus scléreux chez des patients souvent anémiés et elle permet de mieux juger la vitalité de l'os qui reste la seule structure vascularisée par la circulation profonde intraosseuse.

F. Dubrana [19] utilise au besoin l'ostéotome, la rugine, la pince gouge, la pince liston. Pour certains auteurs, l'excision peut se faire à la fraise mécanique jusqu'à obtenir un os saignant. Par rapport à l'ostéotome, l'utilisation de la fraise minimise le risque d'apparition d'une fracture, mais elle peut provoquer des nécroses thermiques, aussi faut-il l'utiliser avec parcimonie et avec une irrigation continue [148]. Un autre système d'excision semble intéressant le Versajet® qui permet au chirurgien de débrider avec un geste précis et sélectif: il permet des sections grâce à un jet d'eau sous pression. Utilise un flux de sérum physiologique circulant à haute vitesse parallèlement à la surface de la plaie permettant d'exciser les tissus lésés.

Atkins [143] se base sur la méthode d'Ilizarov qui réduit l'indication de la résection osseuse à l'infection franche avec issue de pus et os dévitalisé, par contre en cas de décharge purulente intermittente, ou en cas de doute de la non viabilité de l'os, la stabilisation de la pseudarthrose par un fixateur externe et l'approvisionnement sanguin nécessaire permettront de résoudre le problème.

c.2. Traitement des espaces de résection et antibiothérapie :

Après l'excision et l'ablation de matériel, il existe une cavité de résection, deux possibilités sont offertes : laisser la plaie ouverte ou occuper l'espace mort par une entretoise.

➤ **Méthode de la plaie ouverte :**

Cette méthode se prête mal aux lésions localisées à la cuisse, car le fémur est une structure profonde recouverte de vastes masses musculaires. Il faut donc occuper l'espace d'ouverture soit par des compresses, au besoin, pour Lortat-Jacob, imbibées de Dakin, formant ainsi un tampon hémostatique et antiseptique [141], soit en mettant en place un système d'aspiration à pression négative : c'est le pansement aspiratif sous vide (vacuum-assisted closure [VAC]).

Toutefois, du fait de l'importance des masses musculaires antérieure et postérieure, ces méthodes au niveau de la cuisse sont exceptionnelles.

➤ **Fermeture et comblement :**

Le comblement des espaces de résection s'envisage dès lors que le recouvrement par les parties molles semble incapable d'occuper l'espace libre, en pratique dès que la résection dépasse 4 cm. Il se fait majoritairement avec du ciment acrylique imprégné d'antibiotiques. Le ciment offre deux avantages : il comble l'espace d'excision et permet une antibiothérapie locale. L'antibiotique utilisé doit remplir les conditions suivantes : être hydrosoluble, stable à la chaleur, posséder un large spectre et être bactéricide.

Deux choix s'offrent aux chirurgiens [19] :

- les billes de ciment acrylique chargées de gentamicine, qui ont pour elles leur facilité d'extraction à condition de les enlever rapidement, dès la 3^e semaine (fig. 78) ;
- le bloc de ciment modelé en fonction de la perte de substance, qui permet une adaptation parfaite aux anfractuosités et un choix plus large d'antibiotiques.

Toutefois, son extraction nécessite une reprise intégrale de la voie d'abord.

La méthode de l'entretoise, défendue par les orthopédistes, est condamnée par certains infectiologues, car des publications ont fait état du développement de souches de microcolonies bactériennes variantes (VMC) au contact même du ciment [144].

Cependant, la plupart des auteurs recommandent l'utilisation de la gentamicine si les bactéries ont une CMI inférieure à 50 µg/ml, car la concentration locale d'antibiotique est respectivement au 10e, 20e et 80e jour de 120, 50 et 10 µg/ml. Le ciment prêt à l'usage semble préférable, d'autres auteurs ont comparé les doses délivrées par le ciment selon la manière de préparation. Les doses délivrées durant le 1er mois par un ciment qui est préparé industriellement sont supérieures à celles retrouvées lors de préparations locales. D'autres associations ciment-antibiotique sont possibles avec des céphalosporines, la tobramycine, la vancomycine ou la ticarcilline. Actuellement, dans le commerce sont disponibles des ciments associant deux composants qui ont un effet bactéricide synergique, la gentamicine et la clindamycine : le Refobacin® (Biomet) et le Copal® (Heraeus) [19].

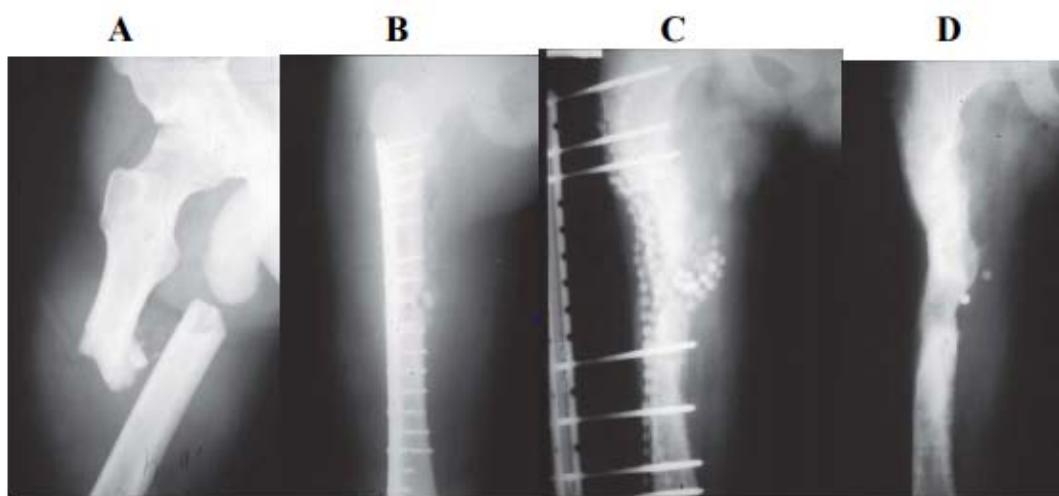


Figure 78: A. Fracture fémorale. B. Traitement par plaque. C. Pseudarthrose septique, mise en place de billes de gentamycine. D. Ablation des billes, greffe osseuse et consolidation [19]

➤ Les antibiotiques systémiques :

Représentent le traitement de fond essentiel lors d'ostéite; leur administration parentérale est classiquement recommandée car elle permet d'obtenir une meilleure pénétration osseuse et un contrôle adéquat des taux sériques.

Les progrès pharmacologiques ont permis la création de nombreux antibiotiques, dont le spectre d'action peut considérablement varier Aussi, en présence d'une infection osseuse profonde, l'antibiothérapie ne doit pas être empirique mais ciblée sur le pathogène causal. De nombreux germes peuvent être incriminés et parfois l'atteinte est à flore mixte Les prélèvements bactériologiques pour la détermination des germes sont donc primordiaux. Les frottis superficiels de plaies et de fistules ne donnent que des résultats aléatoires et peu fiables.

La durée d'administration des antibiotiques : le consensus lors d'ostéite, est d'au minimum quatre semaines .Dans la littérature, la majorité des auteurs considèrent que l'antibiothérapie peut être arrêtée à partir de la 6e semaine, à condition que l'excision chirurgicale des tissus ait été complète et que les bilans cliniques et biologiques (CRP) soient normaux [19].

Toutefois, pour **Desplaces** [144], la VS peut rester accélérée pendant plusieurs mois sans signification pathologique. En l'absence d'amélioration clinique et/ou biologique, il ne faut pas hésiter à faire des débridements itératifs

d. Moyens de contention :

d.1. Fixation externe :

L'utilisation d'un fixateur externe reste dans la littérature le gold standard. Pour éviter la colonisation d'un os en souffrance, les fiches seront mises loin du foyer osseux infecté. Les systèmes monopplans modernes, du fait de leur stabilité et de leur localisation dans un seul plan (externe), sont à utiliser préférentiellement.

Elle reste une méthode de choix dans le traitement des pseudarthroses septiques, surtout avec la technique d'Ilizarov dénommée "ostéogenèse en compression" est applicable à toutes les pseudarthroses. Classiquement, cette méthode permet de mobiliser au niveau même du segment lésé un cylindre osseux vivant avec ses attaches musculo-aponévrotiques pour combler une perte de substance osseuse. Le traitement des pseudarthroses est personnalisé et comporte pour les pseudarthroses septiques plusieurs étapes opératoires.[145,147]

Un certain nombre de paramètres sont à tenir en compte dans la gestion des pseudarthroses septiques. Cependant, au niveau de la cuisse, le fixateur d'Ilizarov, reste un appareil très encombrant, entraînant une gêne fonctionnelle non négligeable avec risque de surinfection vu la proximité des orifices urodigestifs.[146]

Devant ces contraintes, des modifications géométriques du fixateur original ont été proposées, mais les tests sous charges ont montré que le montage optimal représente les meilleures performances mécaniques, tandis que l'apport essentiel du fixateur modifié est l'amélioration de la tolérance clinique.

Une étude récente a été faite par Niane M sur le traitement des pseudarthroses des os longs par la méthode d'Ilizarov chez 11 patients (9 tibia, 1 fémur, 1 humerus) la consolidation a été obtenue chez 10. La méthode a permis l'assèchement de l'infection dans les deux cas de pseudarthrose septique avant l'ablation du fixateur externe. Dans l'ensemble, les résultats étaient satisfaisants. Dans la littérature, des résultats similaires ont été rapportés. un seul cas d'échec illustre bien les limites de la méthode d'Ilizarov, lorsque les sollicitations mécaniques sont importantes et surtout en présence d'une raideur. Toutefois, la technique a permis de résoudre le problème de l'infection chez ce patient.[145]

La série de Patra pourtant sur 27 cas de pseudarthroses séptiques impliquant le tibia (n = 19), le fémur (n = 7) et l'humérus (n = 1) étaient traités par les fixateurs LRS après le débridement du site de pseudarthrose infecté. Tous les pseudarthroses et les sites de régénération ont guéri, même si le temps d'union était varié (gamme, 21-52 semaines). La complication la plus courante était l'infection et la douleur des pinces.[148]

Le fixateur LRS est un excellent outil de gestion des non-unions infectées, facile à appliquer, Confortable pour le patient avec des complications minimales et des résultats prévisibles et reproductibles.[148]



Figure 79: [148]

- (A) pseudarthrose séptique de sous-trochanteric , Fracture du fémur droit avec défaillance de l'implant;
(B) Radiographie après débridement et application de Fixateur LRS en mode compression;
(C) Patient avec LRS;
(D) Radiographie au moment de l'union.

Des auteurs ont laissé le fixateur externe jusqu'à consolidation avec taux de consolidation de 100% en pensant que ce protocole évite 17 à 50% de risque infectieux rapporté quand le fixateur est remplacé par ECM.

Alors que Prasarn [149] a eu le même taux de consolidation avec fixation externe à la première étape avant de l'enlever pour mettre une fixation interne qu'il a jugé plus confortable et moins encombrante.

Le traitement des pertes de substance osseuse fémorale en milieu septique est un challenge long et difficile. Le fixateur externe monoplan pour un transport osseux descendant permet de traiter ce type de PSO lorsque l'axe jambier est contrôlé et le patient bien éduqué. Ce type de fixateur dans le traitement des PSO fémorales constitue une alternative efficace aux fixateurs externes circulaires dont la mise en place et l'utilisation peut parfois dérouter aussi bien le patient que le chirurgien.[170]

Dans notre série un seul cas de pseudarthroses septiques a été traité par fixation externe type Lowcost.

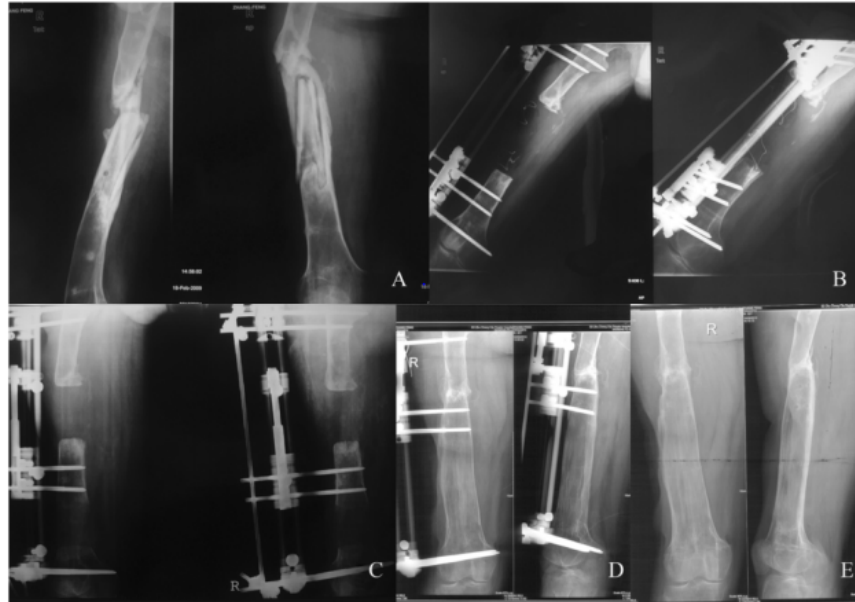


Figure 80 : (A)Un patient de 33 ans qui a eu une PSA séptique de fémur (B)Débridement du site de PSA infectée avec des pertes osseuses de 8 cm et corticotomie du fémur. (C) 2 mois après l'opération avec transport osseux. (D) une bonne consolidation 12 mois après l'opération (E) Le fixateur externe a été retiré au bout de 12 mois.[150]



Figure 81: (A) perte de substance osseuse 7 cm, la prise en charge initiale par un fixateur externe monoplan(B) résultats final.[170]

d.2. Ostéosynthèse interne :

La stabilisation par clou ou par plaque après l'excision est prônée par de nombreux auteurs, Ils ont déconseillé l'utilisation d'ECM en présence de sepsis et ils ont préféré l'utilisation de la plaque au lieu de l'ECM.

Pour cette solution, le changement de l'ostéosynthèse initiale s'avère indispensable en l'associant à une large décortication.

La meilleure indication reste la pseudarthrose hypertrophique infectée sans perte de substance osseuse. La décortication associée à une ostéosynthèse et une antibiothérapie adaptée : ce tout-en-un-temps permet d'envisager simultanément la consolidation et la stérilisation du foyer infectieux [19].

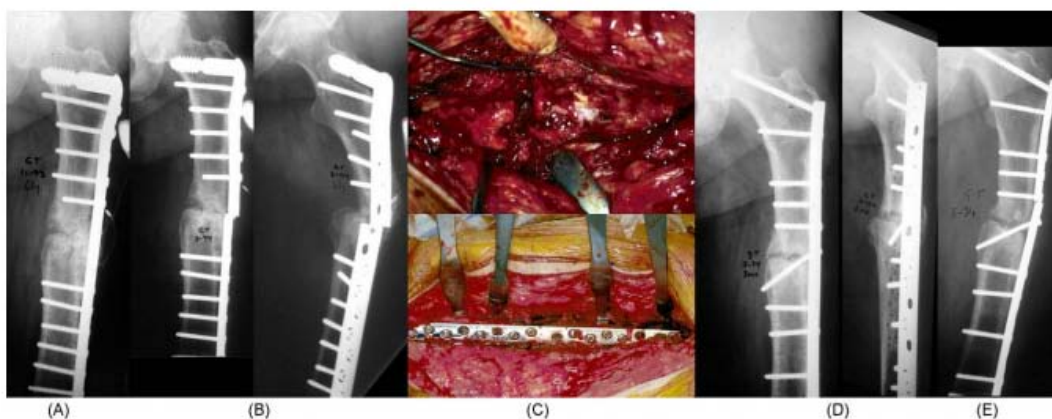


Figure 82 : (A) Radiographie antéro-postérieure (AP) d'une pseudarthrose de la diaphyse fémorale après traitement. (B) radiographies de face et profil après une défaillance de matériel.(C) Photographies intra-opératoires d'une pseudarthrose atrophique fixée par une plaque vissée de plus grande dimension. (D) radiographies de face et profil après la fixation de la plaque. (E) Radiographie démontrant la rupture de la plaque après un 1 mois post-op. [149]

➤ **Changement d'ostéosynthèse :**

Pour certaines équipes, l'ostéosynthèse qui a été mise en place au moment de l'excision peut être modifiée lorsque la guérison infectieuse est acquise, vers la 6ème semaine.

Le but de ce changement est de diminuer la morbidité liée aux fiches du fixateur externe ; cependant, ce choix expose à un risque infectieux certain du fait de la probable contamination infectieuse des fiches

Dans la littérature, deux types d'ostéosynthèse sont décrits : le clou et la plaque. Pour aider à la consolidation, une décortication associée à une greffe osseuse peut être associée (fig. 83).

Actuellement, il faut préférer une plaque verrouillée qui, sur ces os remaniés, augmente la solidité du montage : cette synthèse permet de limiter le nombre de vis, elle peut utiliser les anciens trajets et elle n'a pas besoin d'être plaquée sur l'os cortical, favorisant ainsi la revascularisation [19].

Dans notre série la plaque vissée a été remplacée après assèchement dans un seul cas par un ECM.

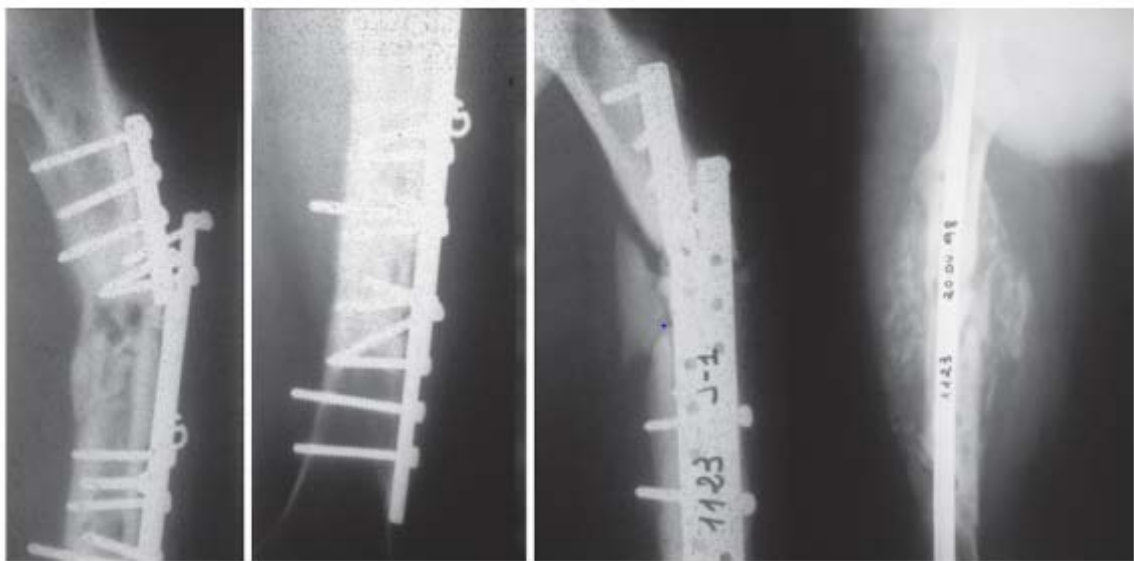


Figure 83 : A. Pseudarthrose infectée sur plaque. B. Excision FE puis relais par clou et large décortication [19]

Selon **Moghaddam**[177] La technique Masquelet est un moyen efficace d'éradiquer les infections chez les PSA en combinaison avec L'EMC ou la PV, cette technique est la méthode de choix pour le traitement des PSA de la diaphyse fémorale avec perte de substance. Le traitement selon la technique Masquelet comprend deux opérations à un intervalle de 6-8 semaines. Dans la première étape, le matériel d'ostéosynthèse précédemment implanté est complètement enlevé, les extrémités proximale et distale de la pseudarthrose sont débridées vers un os sain et cimentent avec des antibiotiques (PMMA). Enfin, une reostéosynthèse est

effectuée pour assurer une stabilité optimale(Fig.85). Après environ six semaines, une membrane Masquelet est formé autour de l'équateur. Toute infection réstante de la pseudarthrose doit être complètement guéri avant la prochaine étape de la thérapie. Si ce n'est pas le cas, la première étape est répétée aussi souvent que nécessaire, en remplaçant l'équateur de ciment chaque fois.

- Debridement
- Surgical wound sanitation
- Osteosynthesis
- Defect filling with PMMA-cement with vancomycin:
 - ✓ Eradication of possible infection
 - ✓ Induction of a Masquelet membrane



a: Cement spacer forming



b: Plate osteosynthesis and cement spacer implant

Figure 84 :Masquelet étape 1

When infection status is negative:

- Removal of the cement spacer
- If necessary optimisation of biomechanical stability
- Defect filling



a: RIA procedure on contralateral femur



b: RIA



c: Combination of RIA, BMP-7, autologous bone graft (iliac crest)

Figure 85 :Masquelet étape 2[177]



A :préopératoire



B :après étape 1



C :après étape 2



D :18 mois postopératoire



E : état des tissus mous 18 mois postopératoire

Figure 86: Exemple de patient âgé de 50 ans traité par la technique de Masquelet selon les principes du concept de diamant.[177]

➤ **La conduite thérapeutique :**

La conduite est en fonction de la taille de la perte osseuse ; il faut choisir entre : le raccourcissement, la greffe spongieuse, la greffe osseuse vascularisée et le transport osseux par fixateur externe ou clou

Dubrana [19] a retenu que la valeur maximale d'un raccourcissement fonctionnellement acceptable –en dehors des répercussions psychologiques – se situe entre 4 et 5 cm, soit environ 10 % de la longueur fémorale.

Anil [151] retient lui aussi la valeur maximale de 4 cm, qu'il définit comme le seuil raisonnable à une greffe corticospongieuse simple.

Selon **Dubrana** [19] un raccourcissement supérieur à 10% de la longueur du fémur affaiblit le système extenseur. Il faut là aussi envisager en première intention une chirurgie simple; ils ont préconisé une greffe corticospongieuse massive associée à une large décortication osseuse.

Cependant, les techniques de transport osseux par fixateur externe ou clou ou les techniques d'apport par greffe osseuse vascularisée peuvent être envisagées, mais du fait des complications associées, elles doivent rester d'indication exceptionnelle.

Un raccourcissement inférieur à 10% se comble par une greffe corticospongieuse massive associée à une décortication osseuse qui laisse attachés les fragments osseux aux muscles et au périoste [19]

La figure (87) montre les différentes attitudes thérapeutiques,

Pseudarthrose infectée du fémur

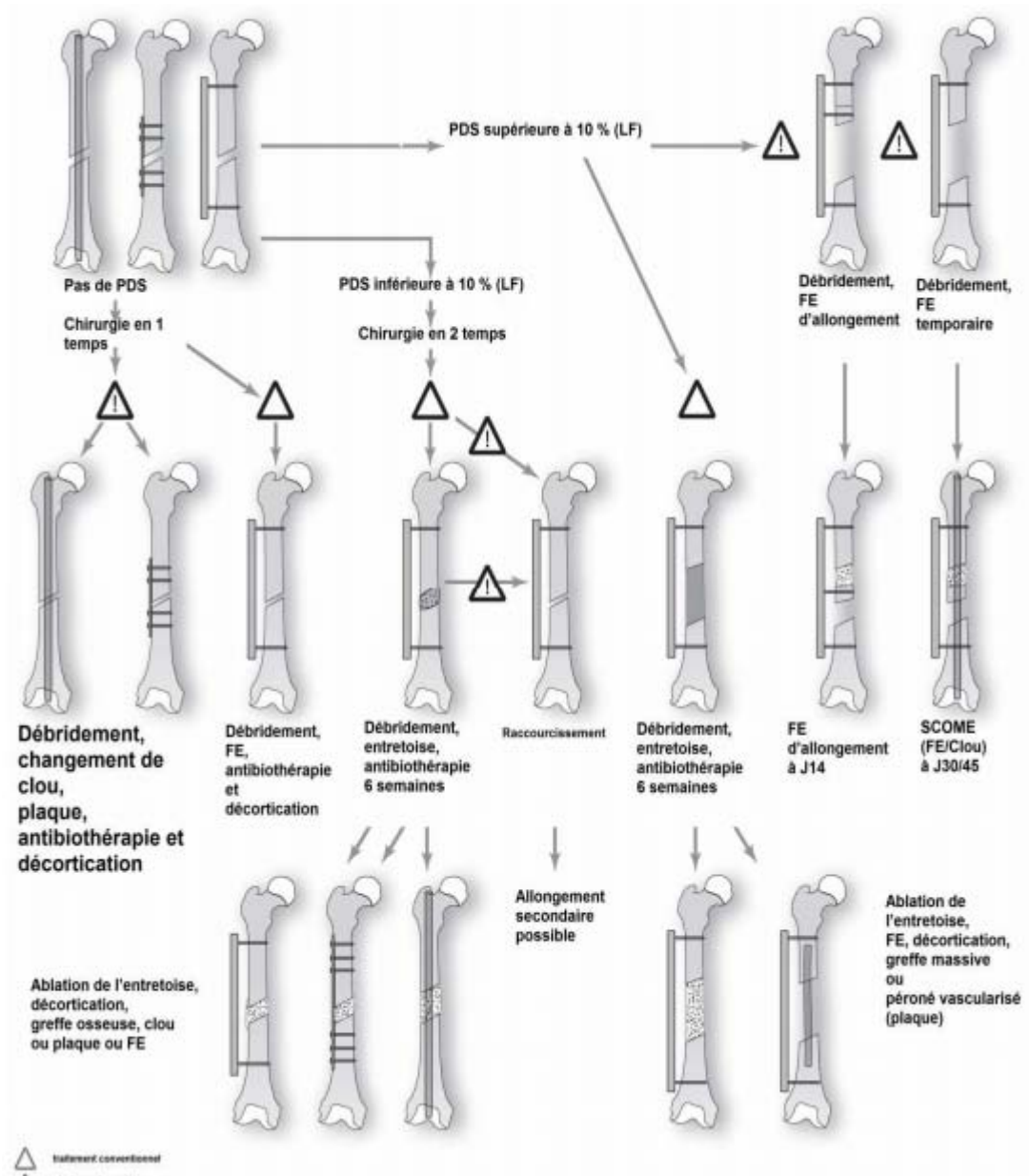


Figure 87 : Arbre décisionnel [19] FE : fixateur externe] : jours PDS : perte de substance osseuse
LF : longueur fémorale

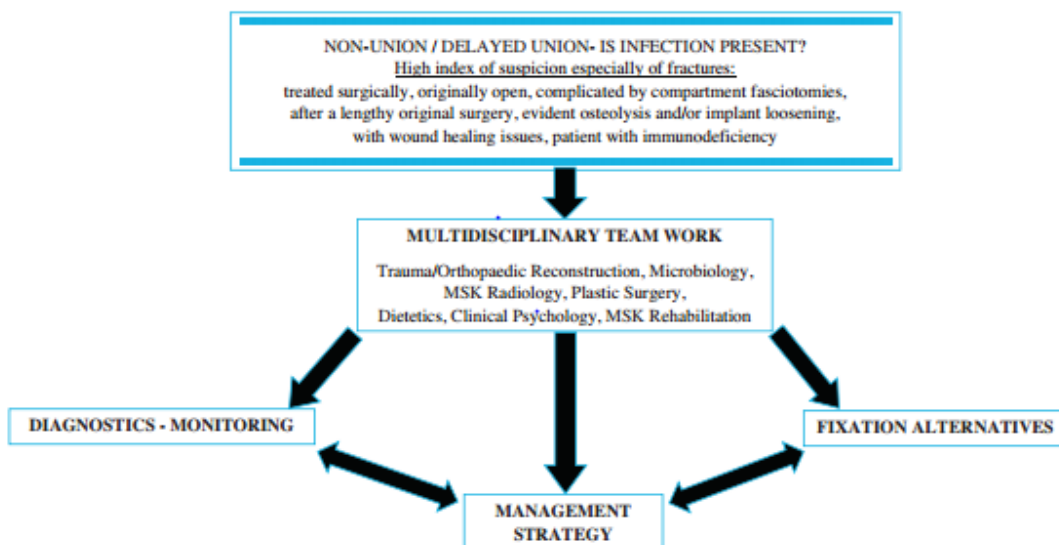


Figure 88: Algorithme de gestion des pseudarthroses infectés, résumant les facteurs critiques dans le processus décisionnel des cliniciens contemporains[171]

Tableau XXI : Les principales séries de la littérature[19]

| Auteurs | Traitement initial | Nombre de cas | Technique | % de guérison* sans changer de technique | Durée de consolidation radiologique | Divers |
|----------------|-----------------------------|---------------|---|---|--|--|
| Maini, 2000 | Non précisé | 6 | Débridement + FE allongement | 1 récurrence infectieuse | 5 mois de fixateur et 5 mois d'orthèse | |
| Song, 2003 | 6 ECM 6 plaques 3 FE | 17 | Débridement + péroné vascularisé | 3 pseudarthroses et infections 3 fractures | 9,7 mois | 17 greffes osseuses différées aux extrémités |
| Song, 2003 | 4 ECM 10 plaques 6 FE | 20 | Débridement + FE allongement | 2 pseudarthroses et infections 3 fractures | 8,5 mois | |
| Yajima, 2004 | | 10 | Débridement+ péroné vascularisé | 90 % 6,6 mois | | 2 greffes osseuses aux extrémités |
| Hak, 2000 | Clou | 5 | Changement du clou) un seul temps | 100 % | | |
| Anil, 2005 | Plaque Clou | 2 5 | 2débridements + FE 2débridements + ECM 3débridements + FE | 100 % | 4-8 mois | Greffes osseuses à 6 semaines |
| Anil, 2005 | FE | 5 | Débridement + FE | 100 % | 4-8 mois | Greffes osseuses à 6 semaines |
| Kocaoglu, 2006 | Ostéomyélite | 6 | Débridement + FE et clou d'allongement | 100 % | 7 mois | Durée moyenne 54 j par cm |

VIII. Suites opératoires immédiates et tardives :

1. Complications Immédiates :[152,153]

- Complications cutanées à type de désunion ou de nécrose si chirurgies itératives.
- L'hématome :
- Le déplacement secondaire : peut survenir suite à un démontage de matériel.
- La paralysie : Les complications neurologiques postopératoires intéressent en 1er lieu le nerf sciatique lors de l'ECM.
- l'infection : Sa fréquence a diminué avec l'utilisation de l'antibioprophylaxie. Elle peut être précoce ou tardive et transforme un foyer aseptique en pseudarthrose suppurée dont le traitement associe schématiquement la stabilisation du foyer de pseudarthrose et le traitement de l'infection.

Dans notre série nous avons rencontré un seul cas d'infection superficielle.

- la thrombose veineuse :fréquente lors d'une longue immobilisation ,elles méritent un traitement anticoagulant préventif (héparine à bas poids moléculaire) en raison de la gravité vitale et des séquelles trophiques.
- l'embolie pulmonaire :l'alésage a été rendu responsable d'initier,voir d'aggraver la migration embolique,sa réalisation technique doit répondre à des règles techniques strictes,ce qui diminue l'importance et la gravité de la migration embolique.

Nous n'avons pas relevé,dans notre série de cas d'escarres,de thrombophlébites, d'infection urinaire ou d'embolie pulmonaire.

Ceci peut être expliqué par :

- l'âge jeune de nos patients.
- le fait que tous nos malades ont bénéficié d'un traitement anticoagulant préventif (héparinothérapie)et antibioprophylaxie per et postopératoire.

2. Complications tardives :

Les complications les plus fréquemment rencontrées à long terme sont :

- La pseudarthrose récurrente : elle constitue l'une des complications les plus redoutables. Multiples sont les facteurs qui ont été incriminés dans la récurrence de la pseudarthrose notamment les gestes chirurgicaux multiples, l'ostéopénie, l'obésité, le tabagisme et l'infection. Elle doit être traitée tant de fois qu'il faut par la décortication et l'apport de tissus spongieux.
- Les cals vicieux : c'est la consolidation en mauvaise position : 10° pour le varus, 15° pour le valgus, 10° de rotation interne, 15° de rotation externe et 2 cm de raccourcissement.
- Le raccourcissement : Il impose le même problème de correction. Il est souvent inévitable lié soit à une perte de substance, soit à une nécrose importante des extrémités. Si le retentissement est important, il faut envisager une chirurgie d'égalisation du côté opposé.
- La neuroalgodystrophie :
 - La douleur
 - Les troubles trophiques : Ils sont favorisés par les lésions des parties molles, en particulier vasculaires et nerveuses, survenues lors du traumatisme initial, la longue immobilisation et parfois la thrombose veineuse[154,155,156]
- L'ostéite chronique : c'est l'infection chronique du foyer de fracture qui a néanmoins consolidé, elle entraîne la formation de séquestre osseux et des abcès osseux avec fistule cutanée intarissable pouvant évoluer sur plusieurs mois voire même plusieurs années. Elles sont donc redoutables pour l'avenir fonctionnel du membre.[156]
- la raideur articulaire : due souvent à l'immobilisation prolongée.
- la déminéralisation
- la fracture itérative.

– Socioprofessionnel et psychologiques: Le retentissement sur ce plan est objectivé par des hospitalisations prolongées et répétitives. Il en résulte une longue période d'inactivité et un coût social important. [151,60]

Nous avons classé les complications survenues dans les séries internationales en les comparant à ceux retrouvés dans notre étude dans le tableau suivant :

Tableau XXII: Etude des complications postopératoire des pseudarthroses de la diaphyse fémorale

| Série | Nombre de cas | Complications |
|------------------------|---------------|---|
| Jorge(2006)[159] | 25 | Fracture de fatigue :1 cas Fracture sur matériel :2 cas Infection profonde :2cas |
| Kanakaris (2009) [160] | 30 | Infections superficielles de plaie :2 cas Thrombose : 1 cas Hématome : 1 cas |
| Mega(2009) [157] | 30 | Infections superficielles de plaie 2 cas Thrombose veineuse : 2 cas Embolie pulmonaire non fatale : 1 cas |
| Allouche(2012)[23] | 17 | Infection superficielle : 2 cas Persistance de la fistule : 1 cas |
| Rafaoui(2014)[11] | 19 | Infection superficiel de la plaie |
| Notre série (2017) | 20 | Infection superficielle :1 cas Raideur de genou :4 cas |

La rééducation a été mise en route aussitôt que possible. La mise en charge a été autorisée vers 5 mois en moyenne, après l'apparition des signes radiologiques de la consolidation.

IX. Résultats thérapeutiques:

1. Résultats osseux :

La définition de la consolidation est beaucoup moins précise, étant donné l'absence d'une méthode objective quantitative pour mesurer l'évolution du cal, il a été convenu de se baser essentiellement sur l'aspect radiologique [129] à savoir la présence de trabéculations sur les radiographies de face et de profil[114].

Tableau XXIII: Tableau comparatif du taux et délai de consolidation rapportés dans la littérature.

| Série | Nombre de cas | Consolidation (%) | Délai de consolidation(mois) |
|------------------------|---------------|-------------------|------------------------------|
| Steinberg [158] (2008) | 16 | 96% | 3,96 |
| Kanakaris [160] (2009) | 30 | 86,70% | 6,2 |
| Mega [157] (2009) | 30 | 96,66% | 7,93 |
| Prasarn [149] (2009) | 13 | 100% | 13,1 |
| Jorge [159] (2009) | 25 | 96% | 5,32 |
| Allouche[23](2012) | 13 | 100% | 9 |
| Notre série (2017) | 20 | 85% | 6,17 |

Dans notre série, nous avons eu un taux de consolidation de 85% ,qui se rapproche des résultats des autres auteurs, avec un délai moyen de 6,17 mois, qui se rapproche aussi des données de la littérature. (Tableau)

2. Résultats fonctionnels :

Nombreuses sont les cotations disponibles pour apprécier les résultats fonctionnels de la chirurgie du fémur, dans notre série on a utilisé la classification d'ASAMI basée sur les paramètres suivants :

- La douleur
- L'activité
- boitrie
- raideur articulaire

Dans notre série, 85% des résultats étaient moyens et bons.

Pour mieux étudier ces résultats, nous avons fait une comparaison avec les résultats d'autres séries.

Tableau XXIV: des résultats à court et à long terme.

| Série | Résultats à courts termes (en %) | | | Résultats à long terme (en %) | | |
|----------------------|----------------------------------|------------|-----------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|
| | Raccourcissement | Angulation | Infection Persistante | Raideur du genou | Raideur de la hanche | Douleur persistante |
| Jorge [159] (2009) | 28 | 22 | 8 | 16 | - | - |
| Prasarn [149] (2009) | 7,60 | - | - | 2,50 | 7,60 | - |
| Mega [157] (2009) | - | 3,33 | - | 10 | 3,33 | - |
| Allouche(23)(2012) | 23,07 | - | 7,69 | 15,38 | - | 7,69 |
| Notre série(2017) | 15 | - | 5 | 20 | - | 10 |

Nos résultats fonctionnels étaient acceptables par rapport aux résultats de la littérature.

X. Prévention:

1. Prévention primaire :

Le traumatisme causal prédominant dans notre série est représenté par les AVP

La prévention ne peut passer des campagnes incitant au respect du code de la route.

2. Prévention secondaire :

Celle-ci permet d'éviter l'évolution d'une simple fracture de fémur vers la pseudarthrose.

L'optimisation des facteurs de risque modifiables est importante tel que l'état nutritionnel, la nicotine, L'utilisation d'AINS, et les comorbidités médicales [113,161]

La prévention se situe également au niveau de 2 points essentiels :

- Le respect des règles biomécaniques du traitement d'une fracture du fémur.
- Le respect absolu des conditions d'asepsie rigoureuse.

3. Prévention tertiaire :

Elle concerne la prévention des complications de la pseudarthrose installée, elle peut se faire grâce à une bonne prise en charge de cette affection



CONCLUSION

La pseudarthrose du fémur est une complication redoutable qui reste un formidable challenge thérapeutique pour le patient et les équipes médicales.

Ces pseudarthroses se voient essentiellement chez l'adulte jeune de sexe masculin en raison de leur plus grande exposition aux AVP qui constituent la principale étiologie dans notre série, ainsi que chez des patients dont l'ostéosynthèse de la fracture initiale manquait de stabilité .

L'utilisation de plus en plus systématique de l'ECM dans le traitement des fractures de la diaphyse fémorale a réduit l'incidence des pseudarthroses du fémur

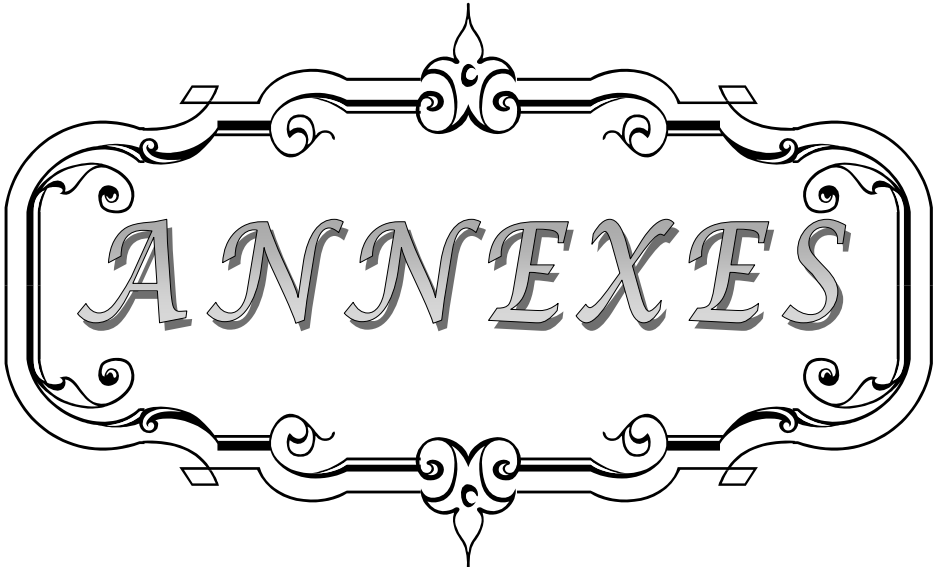
L'histoire attentive, l'examen physique et l'évaluation radiographique confirment le diagnostic de pseudarthroses et sont indispensables à la formation d'un plan de traitement approprié.

Le traitement des pseudarthroses de la diaphyse fémorale aseptiques fait appel essentiellement à une ostéosynthèse par l'enclouage centromédullaire associée ou non à une greffe osseuse ou à la décortication ostéo-musculaire .

Vu les performances réalisées par les fixateurs externes actuels, nous pensons qu'ils restent le traitement de choix des pseudarthroses septiques. Le staphylocoque aureus reste le germe le plus souvent isolé dans ces pseudarthroses.

La consolidation a été obtenue dans 85 % des cas au prix de séquelles fonctionnelles d'importance variable selon les cas, et aussi un retentissement socio-économique et professionnel.

Le véritable traitement de la PSA passe par une prise en charge correcte de la fracture initiale (ostéosynthèse rigide) qui représenterait le meilleur garant ,sans oublier l'intérêt de la prévention des AVP et l'optimisation des facteurs de risque modifiables tel que l'état nutritionnel, la nicotine, L'utilisation d'AINS, et les comorbidités médicales.



ANNEXES

FICHE D EXPLOITATION

le traitement chirurgicale des pseudarthrose de la diaphyse femorale

IDENTITE :

Nom et prénom :

Age :

Sexe :

Femme

homme

Profession :

Mutuelle :

oui

non

Provenance :

urbain

rurale

N de Tel :

Adresse :

N d entrée :

Date d entrée :

ATCDS :

Médicaux :

diabète

prise médicamenteuse

Tabac

alcoolisme

Régime alimentaire

hypothyroïdie

Ostéoporose

diminution d hormone de

croissance

Chirurgicaux :

oui

non

Circonstances du traumatisme initial :

AVP

accident de travail

Accident domestique

chute d un lieu élevé

Accident du sport

autres

Date de traumatisme :

Examen initial :

Etat de choc :

oui

non

Douleur :

oui

non

Impotence fonctionnelle :

oui

non

Coté atteint :

droit

gauche

Attitude du membre :

Rotation externe

Rotation interne

Raccourcissement

Abduction

Adduction

Lésions :

Cutanées :ouverture cutanée(cauchoix et duparc)

Type 1 type3a

Type2 type3b

Type3c

Vasculo-nerveux : oui non

Osseux : oui non

Traumatismes associés : oui non

Radiographie initial :

Rx de la cuisse : face profil

Type de la fracture :

simple

Complexe

Siège :

supérieur

Moyen

Inférieur

Déplacement : oui non

Trait :

Transversal

Oblique

Spiroïde

Perte de substance osseuse : oui non

PRISE EN CHARGE INITIALE :

Lieu du traitement

Délai entre le traumatisme et le traitement :

Type de traitement : moderne traditionnel

Traitement moderne :

Médical :

antalgique antibiotique

AINS anticoagulant

Chirurgical :

ECM FX

PV AUTRES

MDC actuel :

Impotence fonctionnel

Douleur

Autres

Examen actuel :

douleur: oui non

Marche avec appui : oui non

Mobilité : oui non

Défaut d axe : oui non

Signes d'infections :

- fièvre
- Fistule
- Autres

Signes radiologiques :

Rx standard :

- Persistance du trait de fracture
- Séquestre
- Défaut d'axe
- perte de substance osseuse
- fracture de matériel

Autres

Type de PSA :

- Hypertrophique
- Atrophique
- Eutrophique

Type de PSA :

- Septique
- Aseptique

Scanner : oui non

Artériographie : oui non

Biologie :

- NFS
- VS
- Antibiogramme
- Autres
- CRP
- prélèvement de pus
- bilan pré opératoire

Traitement de PSA :

Médical : antalgique AINS

Antibiotique autres

Chirurgical :

Techniques opératoires :

Type d'anesthésie : AG

Rachianesthésie

Antibioprophylaxie

Installation :

sur table orthopédique

Sur table ordinaire

Voie d'abord :

proximale

postéro latérale

Matériels d'ostéosynthèses :

- ECM : dynamique statique
- FX

- PV
- Autres

Gestes associés :

- Décortication de judet
- Couverture cutanée
- Stimulateurs biologique :BPM
- lambeau
- greffe osseuse
- amputation
- cicatrisation dirigée

Alternatives au ttt chirurgical :

- Ondes de choc extracorporelles(EWST)
- Ultrason pulsé a faible intensité(LIPUS)
- Champ électromagnétique pulsé(PEMF)
- plasma riche en plaquettes(PRP)

Soins post-opératoires :

- Antibioprophylaxie
- Anticoagulants
- Ablation de drain
- Rééducation
- Lever précoce

Durée d hospitalisation :

Evolution :

Recul :

- Complications précoces :**
- troubles liés a l anesthésie
 - Infection
 - Hématome

- Complication secondaire :**
- escares
 - démontage du matériel
 - Troubles trophiques
 - Troubles liés au décubitus :

- Complications tardives :**
- persistance de PSA
 - Troubles de rotation
 - cal vicieux
 - raccourcissement

Traitement des complications :

- Radio de contrôle :**
- oui
 - non

Résultats :

Délai de consolidation après traitement de PSA

Résultats fonctionnls :

- Douleur
- Boitrie
- raideur articulaire
- dystrophie

Résultats osseuses :

- Délai de consolidation
- Déformation
- persistance de l'infection
- raccourcissement

Résultats globaux :

Bon :

- Consolidation rx clinique parfaite
- Absence de douleur
- Raccourcissement inférieur à 2 cm
- Mobilité des articulations sus et sous jacente intacte
- Pas de trouble trophique

Moyen :

- Consolidation rx clinique parfaite
- Absence de douleur
- Raccourcissement entre 2 et 3 cm
- Mobilité des articulations sus et sous jacente légèrement diminuée
- Pas de trouble trophique

Mouvais :

- PSA récurrente
- Cal douloureux
- Raccourcissement supérieur à 3 cm
- Vice de consolidation
- Mobilité des articulations sus et sous jacentes diminuée
- Trouble trophique

Retentissement socioprofessionnel :

- oui
- non



RESUMES

RESUME

La pseudarthrose de la diaphyse fémorale est une pathologie relativement rare. Le but de notre travail rétrospectif est d'étudier les différentes techniques chirurgicales et leurs indications respectives des pseudarthrose de la diaphyse fémorale.

Ce travail concerne 20 cas de pseudarthroses de la diaphyse fémorale traités dans le service de chirurgie orthopédique et traumatologique du CHU Mohammed VI de Marrakech, durant une période de 6 ans allant de 2010 à 2015. L'âge moyen était de 34.8 ans (extrêmes de 16 à 63 ans). Une prédominance masculine (90% des cas). Le côté dominant était touché dans 55% des cas. Les circonstances traumatiques étaient dominées par les accidents de la voie publique (90%). 30% de nos patients étaient des tabagiques chroniques. La majorité des fractures étaient simples (80%) et complexes (20%) avec une prédominance au niveau de tiers moyen de la diaphyse fémorale (60%). L'association lésionnelle était dominée par l'ouverture cutanée et présente chez 6 patients. 9 patients ont été initialement traités par ostéosynthèse interne à type de plaque vissée, 6 patients ont été traités par un fixateur externe et 5 patients ont été traités par un enclouage centromédullaire. Le délai moyen entre le traumatisme initial et la prise en charge de la pseudarthrose était de 8.5 mois. 18 patients présentaient une pseudarthrose aseptique et 2 une pseudarthrose septique. Sur le plan radiologique, les pseudarthroses étaient considérées hypertrophiques dans 9 cas, atrophiques dans 5 cas et dans les 6 autres cas eutrophiques. Le traitement s'est essentiellement basé sur l'ostéosynthèse seule dans 6 cas (Enclouage centromédullaire « ECM » : 5 cas, Fixateur externe « FE » : 1 cas), l'ostéosynthèse par ECM associé à une décortication ostéo-musculaire de Judet dans 4 cas, l'ostéosynthèse par ECM associé à une greffe osseuse dans 11 cas, l'ostéosynthèse par double PV associé à une greffe osseuse dans 2 cas. En cas de pseudarthroses septiques, les deux patients ont reçu un traitement médical à base d'antibiotiques. Les complications retrouvées chez nos patients étaient dans l'immédiat une infection locale chez un patient, et à long terme une raideur du

genou chez 4 patients et un raccourcissement du membre chez 3 patients. Le délai moyen de consolidation est de 6.17 mois avec un taux de consolidation estimé à 85%. Les résultats globaux étaient considérés selon ASAMI comme bons chez 11 patients ,moyens chez 6 patients et faibles chez 3 autres patients.

En se basant sur les données de la littérature et l'expérience de notre service, Le véritable traitement de la PSA passe par une prise en charge correcte de la fracture initiale (ostéosynthèse rigide) sans oublier l'intérêt de la prévention des AVP qui paraît un élément primordial, permettant de diminuer l'incidence des fractures de la diaphyse fémorale.

ABSTRACT

Nonunion of the femoral shaft is a relatively rare disease. The aim of our retrospective study is to study the different surgical techniques and their respective indications of the nonunion of the femoral shaft.

This study concerns 20 cases of nonunion of the femoral shaft treated in Department of Orthopaedic Surgery and Traumatology of the UHC Mohammed VI of Marrakech for a period of 6 years from 2010 to 2015. The average age of our patients was 34.8 years (rang 16 – 63 years). A male predominance (90% of cases). The dominant side was affected in 55% of the cases. Traumatic circumstances were dominated by road accidents (90%). 30% of our patients were chronic smoking. The majority of the fractures were simple (80%) and complex (20%) with a predominance in the middle third of the femoral shaft (60%). The most frequent associated lesion was skin's lesions present in 6 patients .

9 patients were initially treated with internal fixation with plates type, 6 patients were treated with an external fixator, and 5 patients were treated with intramedullary nailing. The average time between initial trauma and management of nonunion was 8.5 months. 18 patients had aseptic nonunion and 2 had septic nonunion. In X-Rays, hypertrophic nonunion were seen in 9 cases, atrophic in 5 cases and eutrophic in the other 6 cases.

The treatment was essentially based on internal alone in 6 cases (intramedullary nailing "IMN": 5 cases, External Fixation "EF": 1 case), osteosynthesis by IMN associated with decortication osteo-muscular judet in 4 cases, osteosynthesis by IMN associated with a bone graft in 11 cases, osteosynthesis by double Bone Plate "BP" associated with bone graft in 2 cases .If septic nonunions, all of our patients received medical treatment with antibiotics. Complications were found in our patients, in the immediate, 1 patient presented an local infection, in long-term, stiffness of the knee was seen in 4 patients and a shortening of limb in 3 others. The rate of union was 85%, time to union averaged 6.17 months . The overall results

were considered according to the ASAMI clinic were good in 11 patients, fair in 6 patients and lower in 3 other patients.

Based on data from the literature and the experience of our department, the real treatment of nonunion of the femoral shaft is an adequate management of the initial fracture without forgetting the importance of prevention of AVP which seems an essential element, to reduce the incidence of fractures of the femoral shaft.

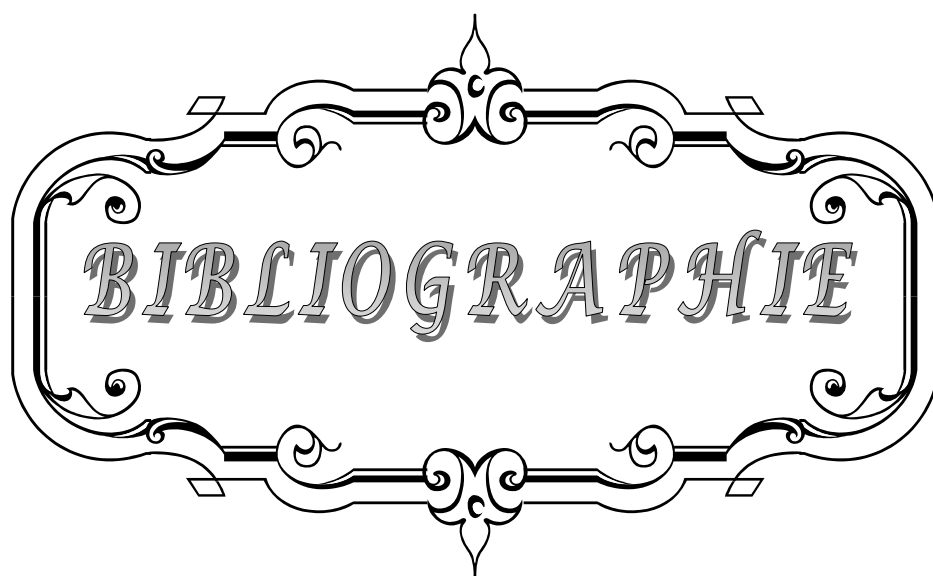
ملخص

تعتبر التمثصلات الكاذبة لجدل الفخذ مرضا نسبيا وتهدف دراستنا الرجعية للتحقيق حول مختلف التقنيات الجراحية و دلالات استعمالها كعلاج للتمثصلات الكاذبة لجدل الفخذ. تتعلق دراستنا ب20 حالة من حالات التمثصلات الكاذبة عولجت في قسم جراحة العظام والمفاصل بالمركز الإستشفائي الجامعي محمد السادس بمراكش، لمدة 6 سنوات من 2010 إلى 2015 .

كان متوسط أعمار المرضى 34,8 سنة (المدى 16 - 63 سنة) أغلبهم ذكور (90% من الحالات)، تأثر الجانب المهيمن في 55% من الحالات ، وقد تبين أن حوادث الطرق هي السبب الأول (90% من الحالات)، وكان 30% من مرضانا مدخنين مدمنين مزمنين، وكانت الغالبية من الكسور بسيطة في 80% من الحالات ، ومعقدة في 20% من الحالات مع تمركز غالبيتها على مستوى متوسط ثلث جدل الفخذ في 60% من الحالات ، هذه الكسور كانت مفتوحة في : 6 حالات ، 9 حالات من الكسور ثم علاجها بلوحة العظام ، 6 حالات ثم علاجها باستعمال المثبتة الخارجية ، 5 حالات بالتسمير داخل اللبي. 18 حالة من التمثصلات الكاذبة كانت ذات نوعية ظاهرة ، وحالتان فقط ذات نوعية معفنة. إشعاعيا، كانت التمثصلات الكاذبة ظاهرة في: 9 حالات، وضخامية في 5 حالات ، وذات حجم عادي في: 6 حالات .

وارتكز علاج هذه التمثصلات على تثبيت العظام وحده في 6 حالات (تسمير داخل اللبي : 5 حالات ، المثبتة الخارجية: حالة واحدة)، تثبيت العظام بواسطة تسمير داخل اللبي مقرون بتقشير عظمي عضلي في 14 حالات ، وتثبيت العظام مقرون بزراعة عظم في 11 حالة وتثبيت العظام بلوحة ثنائية مقرون بزراعة عظم في: حالتان . في حالة التمثصلات الكاذبة المتعفنة تلقى جميع مرضانا العلاج بالمضادات الحيوية. معدل تصلب تمثصلاتنا الكاذبة كان 85% ومتوسط أجل التجبر هو 6,17 أشهر .

النتائج الإجمالية وفقا لمعدل أسامي كانت جيدة لدى 11 حالات , ومتوسطة لدى 6 حالات , وسيئة لدى 3 حالات. استنادا إلى البحوث العلمية وإلى تجربتنا يعتبر العلاج الحقيقي هو علاج سديد للكسر الأولي دون أن ننسى أهمية الوقاية من حوادث السير الذي يبدو عنصرا أساسيا للحد من حدوث كسور في عظم جذل الفخذ



BIBLIOGRAPHIE

1. **E.Rolland ,G Saillant**
La consolidation osseuse normale et pathologique
Ann réadaptation Méd Phys 1995 ;38 ;245-251
2. **Mckee M.**
Aseptic non-union.
In: Ruedi TP, Murphy WM, editors. AO-Principales of fracture management. Stuttgart and New York: Georg Thieme Verlag, 2000;P:748-62.
3. **Sedel L, Vareilles JP.**
Consolidation des fractures.
Editions techniques E.M.C (Paris - France) Appareil locomoteur, 14031 A20,1992:11
4. **Amadou BA**
Prise en charge des pseudarthroses humérales au service de chirurgie orthopédique et traumatologique du orthopédique et traumatologique du centre hospitalier universitaire Gabriel Touré de Bamako
Thèse Doctorat Medecine, Mali 2010
5. **Ronga M, Baldo F, Zappalà G, Cherubino P.**
Recombinant human bone morphogenetic protein-7 for treatment of long bone nonunion : An observational,retrospective, non-randomized study of 105 patients.
Injury, Int. J. Care Injured 2006;37:51-6
6. **N. Passuti, D. Waast, G. Pietu, F. Gouin.**
Complications de la consolidation osseuse : les pseudarthroses.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur, September 2004 ; 90 (Issue 5, Supplement 1) : 57-60.
7. **M.EL MEKKAOUI .**
Pseudarthrose de la diaphyse fémorale,
thèse de médecine de RABAT 2007.
8. **Giannoudis PV, MacDonaldDA,Matthews SJ, Smith RM, Furlong AJ, De Boer P.**
Nonunion of the femoral diaphysis: The influence of reaming and nonsteroidal anti-inflammatory drugs.
J Bone Joint Surg Br 2000; 82: 655-658.

9. **El Mounni M, Leenhouts P.A, Ten Duis HJ, Wendt K.W.**
The incidence of non-union following unreamed intramedullary nailing of femoral shaft fractures.
Injury Int J Care Injured 2009; 40: 205-8.
10. **Panagiotis M.**
Classification of non-union.
Injury Int J Care Injured 2005; 36S: S30-S37.
11. **Mlle.Rafaoui.**
les pseudarthroses aseptiques de la diaphyse fémorale.
thèse de médecine de casablanca 2014.
12. **D. P. Taormina, MS1 , B. S. Shulman, BA1 , R. Karia, MPH1 , A. B. Spitzer, MD2 , S. R. Konda, MD1,3, and K. A. Egol, MD1**
Older Age Does Not Affect Healing Time and Functional Outcomes After Fracture Nonunion Surgery
Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation 2014, Vol. 5(3) 116-121 ^a The Author(s) 2014
13. **McKee MD, DiPasquale DJ, Wild LM, Stephen DJ, Kreder HJ, Schemitsch.**
The effect of smoking on clinical outcome and complication rates following Ilizarov reconstruction.
J Orthop Trauma 2003; 17: 663-667.
14. **Mark Murnaghan, Gang Li and David R. Marsh.**
Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drug-Induced Fracture Nonunion: An Inhibition of Angiogenesis? J Bone Joint Surg Am. 2006; 88: 140-147.
15. **Steinberg E.L ,Keynan O ,Sternheim A,Drexler M,Luger E.**
Treatment of diaphyseal nonunion of the femur and tibia using an expandable nailing system.
Injury Int J Car Injured 2009;40:309-14.
16. **Alonso S ,Hahn D.**
Surgical treatment of nonunions:a case for internal fixation .
Injury 2006;37:681-90.
17. **Baht AK,Rao SK ,Bhaskaranand K.**
Mechanical failure in intramedullary interlocking nails.J.
OrthP Surg (Hong kong)2006;14:138-41.

18. **Geabler C, Berger U, Schandelmier .**
Rates and odds ratios for complications in closed and open tibia fractures treated with undereamed ,small diameter tibial nails :a multicenter analysis of 467 cases .
J orthop Trauma 2001;15:415–23.
19. **F. Dubrana.**
Pseudarthroses infectées du fémur (Infected non–unions of the femoral shaft).
Conférences d’enseignement 2008 : 65–8423.
20. **W.J. Metsemakers N. Roels A. Belmans P. Reynders S. Nijs**
Risk factors for nonunion after intramedullary nailing of femoral shaft fractures:
remaining controversies
JINJ 6197, Injury, Int. J. Care Injured,2015
21. **F.Dubrana ,M.Genest,G.Moineau,R,Gérard,D.Levére.**
Fractures ouvertes de la jambe .
Rev.chir.ortho.2007 ;14 –086–A–20
22. **Arslan H, Subaý M, Kesemenli C.**
Occurrence and treatment of nonunion in long bone fractures in children.
Arch Orthop Trauma Surg 2002; 122: 494–8.
23. **Mlle.Allouche.**
les pseudarthroses de Fémur
Thèse de médecine de casablanca 2012
24. **BROWN R.F, SHEFFIELD, MORGAN R.G,**
interdylar t–shaped fractures of the humerus results in ten cases treated by early
mobilization
The Journal of bone and joint surg, VOL. 53 B, NO. 3, AUGUST 1971.
25. **J.–C. Dosch, T. Moser, M.–G. Dupuis**
Fracture de la diaphyse fémorale
EMC Radiologie et imagerie médicale – musculosquelettique – neurologique –
maxillofaciale (2009) 31–030–G–10.
26. **Tornetta 3rd c– P, Kain MS, Creevy WR.**
Diagnosis of femoral neck fractures in patients with a femoral shaft fracture.
Improvement with a standard protocol.
J Bone Joint Surg Am 2007; 89: 39–43.

27. **Butler MS, Brumback RJ, Ellison TS, PokaA, Bathon GH, BurgessAR.**
Interlocking intramedullary nailing for ipsilateral fractures of the femoral shaft and distal part of the femur.
J Bone Joint Surg Am 1991; 73: 1492–502.
28. **Miyamoto R, Fornari E, Tejwani NC.**
Hoffa fragment associated with a femoral shaft fracture. A case report.
J Bone Joint Surg Am 2006; 88: 2270–4.
29. **F. Bonnomet, P. Clavert, J.-M. Cognet.**
Fracture de la diaphyse fémorale de l'adulte.
EMC Appareil Locomoteur 2006 ; 14–078–A–10.
30. **Benoit J ,Cirotteau Y,Huard C et Tomeno B**
Etude critique des échecs dans le traitement des fractures fraîches de la diaphyse fémorale à propos de 330 cas.
Revue de chirurgie orthop.1994,60 :456–483.
31. **YoKoyama k,Itoman M,Schindo M**
Deep infection and fracture healing in immediate and delayed locked intramedullary nailing for open femoral fractures .
Orthopedics 1999;22,5:485–90
32. **Jorge S,Coco L.F,Kawano C?Fernandes J.A**
The wave plate method in non union femoral shaft fractures treatment.
Acta ortop Bras 2006;14(1):ISNN
33. **Rieunau G**
Accidents de la consolidation des fractures :retard de la consolidation et pseudarthrose
Encycl .Méd .Chir(paris)Appareil locomoteur ,14009,A10 ,10p,1960
34. **Yokoyama K, Itoman M, Nakamura K, et al.**
Contributing factors affecting initial bony healing in interlocking nailings for femoral shaft fractures.
Eur J Orthop Surg Traumatol 2003; 13: 33–7.
35. **Vichard P, Pinon P.**
Les fractures complexes et communitives du fémur de l'adulte place de l'ostéogénèse différée.
Chirurgie 1986 ; 111 : 565–74.

36. **Wilbert M.C,Evan E.B.**
Fractures of the femoral shaft treated surgically comparative results of early and delayed stabilization .
J.B.J.S(Am)1987;66;529.
37. **Souna B S,Mamadou A,Guida S.**
Les cals vicieux diaphysaires du femur .a propos de 32 cas colliges a niamey the diaphysis . Malunion of the femur diaphysis .about 32 cas
Mali medical 2010 tome xxy n°4
38. **B.Essadki,A.lamine,M.Moujtahid,M ,Nichad,M.Dkhissi,B.Zryouil**
Les complications mécaniques aseptiques des fractures de la diaphyse fémorale traitées par plaque vissée.
Acta orthopedica Belgica 2000.
39. **P. Bonnevalle.**
Fractures diaphysaires de l'adulte (fractures pathologiques exclues) Diaphyseal fractures in adult.
EMC Rhumatologie Orthopédie 2005 ; 2 : 394-410
40. **Apivatthakakul T, Chiewcharntanakit S.**
Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the treatment of the femoral shaft fracture where intramedullary nailing is not indicated.
Int Orthop (SICOT) 2009; 33: 1119-26.
41. **R Wagner M.**
General principes for the clinical use of the LCP.
Injury 2003; 34(Suppl. 2): 31-42.
42. **Ehlinger M, Cognet JM, Simon P.**
Treatment of femoral fracture on previous implants with minimallyinvasive surgery and total weight-bearing: benefit of locking plate. Preliminary report. Rev Chir Orthop 2008; 94 : 26-36.
43. **M. Ehlinger , P. Adam , L. Abane , Y. Arlettaz , F. Bonnomet.**
Ostéosynthèse mini-invasive par plaque verrouillée des fractures distales extra-articulaires du fémur. Trucs et astuces.
Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique 2011 ; 97 : 191- 196

44. **I Kempf L Pidhorz.**
Enclouage des fractures de la diaphyse fémorale.
Encyclopédie Médico–Chirurgicale 44–705.
45. **Brumback R.J, Virkus W.W.**
Intramedullary Nailing of the Femur: Reamed Versus Nonreamed.
J Am Acad Orthop Surg 2000; 8: 83–90.
46. **M. Chamoun, A. Nebunescu O. Roche, F. Canovas, P. Faure, F. Bonnel.**
Utilisation du clou gamma long dans les fractures complexes du fémur: à propos de 59 cas.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique septembre 2004 ; 90 (Sup 5).
47. **P. Simon, N. Fortunato.**
Complications de l'enclouage centro–médullaire du fémur en fonction de la fracture.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, Septembre 2005 ; 91, N° S5.
48. **Timothée Bissuel, Yannick Delannis, Marie–Aude Munoz, Julien Batard, Romain Augoyard, François Canovas**
Faut-il réduire à ciel ouvert un troisième fragment lors de l'ostéosynthèse d'une fracture diaphysaire comminutive du fémur par enclouage centromédullaire?
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique, November 2011 ; 97 (Issue 7, Supplement) : S310.
49. **P. Laffargue, A. Mulliez, P. Mielcarek, H. Baudson, F. Bachour**
Complications de l'enclouage centro–médullaire du fémur en fonction du matériel.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique 2005 ; 91 (S5) : 168–170.
50. **Mallet R, Tricoire JL, Rischmann P, Sarramon JP, Puget J, Malavaud B.**
High prevalence of erectile dysfunction in young male patients after intramedullary femoral nailing.
Urology 2005; 65: 559–63.
51. **O–Frolke JP.M, Patka P.**
Definition and classification of fracture non–union.
Injury, Int. J. Care Injured 2007;38:19–2.
52. **Abd Elsattar Aid T, Alseedy AI, et Al.**
Investigation of smoking effects on percutaneous autologous bone marrow injection for nonunion patients.
Journal of American Science 2014;10(3)

53. **Migaud H, Senneville E, Gougeon F, Marchetti E, Amzallag M, Laffargue P.**
Risque infectieux en chirurgie orthopédique.
EMC–Rhumatologie Orthopédie 2005;2:151–72.
54. **Sanders RA, Sackett JR.**
Open reduction and internal fixation of delayed union and nonunion of the distal humerus.
J Orthop Trauma. 1990;4:254–9
55. **Olsen S, Hahn D.**
Surgical treatment of nonunions : A case for internal fixation.
Injury, Int. J. Care Injured 2006;37:681–90.
56. **Boulhen Z ,**
Pseudarthrose des 2 os de l'avant bras.
Thèse Doctorat Médecine, Casablanca; 2014, n° 216
57. **Espiga X, Antuña S.A, Ferrere A.**
Linked total elbow arthroplasty as treatment of distal humerus nonunions in patients older than 70 years
Acta Orthop. Belg., 2011, 77, 304–310
58. **J. Brilhault, L. Favard.**
Traitement chirurgical des pseudarthroses diaphysaires aseptiques Surgical treatment for the non–union of long bone fractures.
EMC–Rhumatologie Orthopédie 2005; 2 : 217–247.
59. **Benoit J, Dupont JY, Beaufils Ph, Lortat–jacob A.**
Voies d'abord du coude. EMC,
Techniques chirurgicales–Orthopédie–Traumatologie, 44–320, 4.9.06.
60. **Motsitsi NS.**
Management of infected nonunion of long bones : The last decade (1996–2006).
Injury, Int. J. Care Injury 2008;39:155–60.
61. **Trigaux JP, Malguem J, Denespeleux JF et al.**
L'imagerie médicale dans les pseudarthroses tibiales.
Acta Orthop Belg 1992;58:1.

62. **Frölke J.P, Patka P**
Definition and classification of fracture non-unions Inter.
Journal of the Care of the injured ;Volume 38, Supplement 2, Pages S19-S22, May 2007
63. **Athwal GS, Rispoli DM, Steinmann SP.**
The onconeus flap transolecranon approach to the distal humerus.
J Orthop Traumatol 2006;20(4):282-5.
64. **Mannuedu A, Hoffmeyer P, Haluzicky M, Blanc Y, Borst F.**
Fractures de la palette humérale chez l'adulte: évaluation fonctionnelle et mesures de forces isométriques.
Rev Chir Orthop 1997;83:551-60.
65. **Benali A.**
Les pseudarthroses de la jambe : à propos de 40 cas
Thèse Doctorat Médecine, Marrakech 2006
66. **Migaud H, Senneville E, Gougeon F, Marchetti E, Amzallag M, Laffargue P.**
Risque infectieux en chirurgie orthopédique.
EMC-Rhumatologie Orthopédie 2005;2:151-72
67. **Sané AD, Dakouré PW, Diémé CB, Kinkpé CV, Dansokho AV, Ndiaye A et al.**
Olecranon osteotomy in the treatment of distal humeral fractures in adults : anatomical and functional evaluation of the elbow in 14 cases.
Chir Main 2009;28(2):93-8.
68. **Ring D, Gulotta L, Chin K, Jupiter JB.**
Olecranon osteotomy for exposure of fractures and nonunions of the distal humerus.
J Orthop Trauma 2004;18(7):446-9.
69. **Taghinia AH, Al-Sheikh AA, Panossian AE, Upton J**
Two-stage distraction lengthening of the forearm
J Craniofac Surg. 2013 Jan;24(1):79-84
70. **Reichert P, Rutowski R, Zimmer K, Gosk J, Bogdan K, Wiacek R.**
Outcome treatment of pseudoarthrosis of long bones with decortication method depends on osteosynthesis.
Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol. 2007 May-Jun;72(3):175-9

71. **M. Tall a,*, D. Bonkougoua, M. Sawadogo, S.C. Daa, M.F. Toe**
Traitement des pseudarthroses diaphysaires des os longs sur fracture négligée par décortication ostéo-musculairele
Groupe d'étude en traumatologie ostéoarticulaire (GETRAUM)Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique 100S (2014) S145-S150
72. **M. A Flierl¹ , W. R Smith² , C. Mauffrey¹ , K. Irgit² , A. E Williams³ , E. Ross¹ , G. Peacher¹ , D. J Hak¹ and P. F Stahel**
Outcomes and complication rates of different bone grafting modalities in long bone fracture nonunions: a retrospective cohort study in 182 patients
Flierl et al.
Journal of Orthopaedic Surgery and Research 2013, 8:33
73. **Abdel-Aa AM, Farouk OA, Elsayed A, Said HG.**
The use of a locked plate in the treatment of ununited femoral shaft fractures.
J Trauma 2004; 57: 832-836
74. **W KENNETH, c BEL**
Fractures of the radius and the ulna in adults.
Am.Surg.1977; 43:310-314
75. **P. Anract L Vastel B Tomeno.**
Techniques et indications des greffes et transplantations osseuses et ostéocartilagineuses.
Encyclopédie Médico-Chirurgicale 44-030-A.
76. **Ahlman E, Patzakis M, Roidis N, Sheperd L, Holtom P.**
Comparison of anterior and posterior iliac crest bone grafts in terms of harvest-site morbidity and functional outcomes.
J Bone Joint Surg Am 2002; 84: 716-20.
77. **P. Anract L Vastel B Tomeno.**
Techniques et indications des greffes et transplantations osseuses et ostéocartilagineuses. Encyclopédie Médico-Chirurgicale 44-030-A.
78. **Phemister DB.**
Treatment of ununited fractures by onlay bone grafts without screw or fixation and without breaking down of the fibrous union.
J Bone Joint Surg 1947; 29: 946-60.

79. **Obert I, Deschaseaux F, Garbuio P.**
Critical analysis and efficacy of BMPs in long bone non-union.
Injury, Int. J. Care Injured 2005;36:38-42.
80. **B. Coulet , J.-F. Pflieger, S. Arnaud, C. Lazerges, M. Chammas.**
Reconstruction des régions métaphysaires par greffe fibulaire dédoublée.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique 2010 ; 96 : 961-969.
81. **Diligent J, Bensoussan D, Choufany E.**
Intérêt de l'injection de la moelle osseuse autologue concentrée dans les pseudarthroses des os longs.
Unité thérapie cellulaire tissulaire CHU Nancy 2004.
82. **Wu CC, Shih C, Chen W.**
Effect of reaming bone grafting on treating femoral shaft aseptic nonunion after plating.
Orthop Trauma Surg 1999; 119.
83. **Mehmet K, Leven E, Haroon R, Centgiz S, Kerem B.**
Reconstruction of segmental bone defects due to chronic osteomyelitis with use of an external fixator and an intramedullary nail
J Bone Joint Surg Am 2006 ; 88 : 2137-45.
84. **Lortat-Jacob A, Bauer T, Marmor S.**
Traitement chirurgical de l'infection osseuse. In : Masquelet AC, éd. Chirurgie orthopédique. Principes et généralités. Paris : Masson ; 2004. p. 327-36.
85. **Perrier C., Philippeau J., Beaudet P., Waast D., Passuti N.**
Emploi des céramiques phosphocalciques biphasées dans le traitement des pseudarthroses aseptiques de la diaphyse humérale.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur, 2006 ; 92 (4S) : 114-5.
86. **Long W., Einhorn T., Koval K., MacKee M., Smith W., Sanders R., Watson T.**
Bone grafts and bone graft substitutes in orthopaedic trauma surgery.
The Journal of bone and joint surgery American volume, 2007; 89, 649-58.
87. **Shen FH, Samartzis D, An HS.**
Cell technologies for spinal fusion.
The Spine Journal 2005;5:231-39.

88. **Fukada E, Yasuda I.**
On the piezoelectric effect in bone.
J Physiol Soc Jpn 1957;12:1158-162. .
89. **Roussignol X, Costes S, Polard JL, Brunet P, Duparc F, Bégué T et al.**
Evaluation du traitement des pseudarthroses par la technique des champs électromagnétiques : utilisation du système Orthopulse. A propos de 22 cas.
Revue de chirurgie orthopedique et réparatrice de l'appareil moteur 2004;90(1)
90. **Wang CJ, Wang FS, Yang KD.**
Biological effects of extracorporeal shockwave in bone healing: a study in rabbits.
Arch Orthop Trauma Surg 2008; 128: 879-84.
91. **Xu ZH, Jiang Q, Chen DY, Xiong J, Shi DQ, Yuan T, et al.**
Extracorporeal shock wave treatment in nonunions of long bone fractures. Int Orthop 2009; 33: 789-93.
92. **Bara T, Synder M.**
Nine-years experience with the use of shock waves for treatment of bone union disturbances.
Ortop Traumatol Rehabil 2007; 9: 254-8.
93. **Scott G, King JB.**
A prospective, double-blind trial of electrical capacitive coupling in the treatment of non-union of long bones.
J Bone Joint Surg Am 1994; 76: 820-6.
94. **Duarte LR.**
The stimulation of bone growth by ultrasound.
Arch Orthop Trauma Surg 1983;101:153-9.
95. **X. Hemery, X. Ohl , R. Saddiki , L. Barresi , E. Dehoux.**
Traitement des non consolidations osseuses par ultrasons pulsés de faible intensité : évaluation d'une série de 14 cas.
Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique 2011 ; 97 : 54- 60.
96. **Ronga M, Baldo F, Zappalà G, Cherubino P.**
Recombinant human bone morphogenetic protein-7 for treatment of long bone nonunion : An observational,retrospective, non-randomized study of 105 patients.
Injury, Int. J. Care Injured 2006;37:51-6

97. **Stein H, Lerner A.**
How does pulsed low-intensity ultrasound enhance fracture healing? *Orthopedics* 2005; 28: 11613.
98. **Gebauer D, Mayr E, Orthner E, Ryaby JP.**
Low-intensity pulsed ultrasound: effects on nonunions. *Ultrasound Med Biol* 2005; 31: 1391-402.
99. **Nolte PA, van der Krans A, Patka P, Janssen IM, Ryaby JP, Albers GH.**
Low-intensity pulsed ultrasound in the treatment of nonunions. *J Trauma* 2001; 51: 693-02 [discussion 693-702].
100. **Pigozzi F, Moneta MR, Giombini A, Giannini S, Di Cesare A, Fagnani F, et al.**
Low-intensity pulsed ultrasound in the conservative treatment of pseudoarthrosis *J Sports Med Phys Fitness* 2004; 44: 173-8.
101. **Rutten S, Nolte PA, Guit GL, Bouman DE, Albers GH.**
Use of lowintensity pulsed ultrasound for posttraumatic nonunions of the tibia: a review of patients treated in the Netherlands. *J Trauma* 2007; 62: 902-8.
102. **Gebauer D, Mayr E, Orthner E, Ryaby JP.**
Low-intensity pulsed ultrasound : Effects on nonunions. *Ultrasound in Medicine and Biology* 2005;31(10):1391-402
103. **Meyrueis JP, Cazenave A.**
Consolidation des fractures. *EMC-Rhumatologie Orthopédie* 2004;1:138-62.
104. **Ronga M, Baldo F, Zappalà G, Cherubino P.**
Recombinant human bone morphogenetic protein-7 for treatment of long bone nonunion : An observational,retrospective, non-randomized study of 105 patients. *Injury, Int. J. Care Injured* 2006;37:51-6
105. **105 -P Hernigou, F Beaujean.**
Pseudarthroses traitées par greffe percutanée de moelle osseuse autologue. *Rev Chir Orthop*1997;83:495-504.
106. **Veillette C., MacKee M.**
Growth factors- BMPs, DBM, and bufe coat products: are there any proven any differences among thenn? *Injury*, 2007; 38 (SI): 38-48.

107. **Friedlaender C.E., Perry C.R., Cole J.D., Cook S.D., Cierny G., Muschler G.F., Zych G.A., Calhoun J.H., LaForte A.J., Yin S.**
Osteogenic protein-1 (bone morphogenetic protein-7) in the treatment of tibial nonunions.
The Journal of Bone and Joint Surgery American, 2001; 83-A Suppl 1, Pt 2, S151-8.
108. **Einhorn TA.**
Clinical applications of recombinant human BMPs: Early experience and future development J Bone Joint Surg Am 2003; 85(suppl3): 82-88.
109. **Xavier Semat ,Xavier Flecher ,Patrick Tropiano ,Jean noel,Argenson ,Dominique Pointout.**
Les protéines ostéo-inductrices améliorent -elles la consolidation des pseudarthroses des os long ?étude comparative multicentrique de 59 cas .
Encycl.Med.chir,France 2012 ;08.040
110. **P. Chiron *, N. Reina , É. Cavaignac , F. Molinier**
Traitement des pseudarthroses par injection de plasma riche en plaquettes
Service d'orthopédie-traumatologie, CHU Rangueil, 31059 Toulouse, France ,2013 , S275
111. **IVAN KEMPF, LAURENT PIDHORZ**
Techniques de l'enclouage centromédullaire
EMC: tech.chirur.ortho-traumato. :1996 ,44-016
112. **KEMPF I, GROSS A, LAFLORGUE P**
L'apport du verrouillage dans l'enclouage centromédullaire des os longs .
revue de chirurgie orthop 1978 ,64 : 631-635
113. **Joseph R. Lynch, MD Lisa A. Taitzman, MD, MPH David P. Barei, MD Sean E. Nork, MD.**
Femoral Nonunion: Risk Factors and Treatment Options.
Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons 2008; 16: 88-97
114. **Ioannis D. Gelalis *, Angelos N. Politis, Christina M. Arnaoutoglou, Anastasios V. Korompilias, Emiliios E. Pakos, Marios D. Vekris, Athanasios Karageorgos, Theodoros A. Xenakis .**
Diagnostic and treatment modalities in nonunions of the femoral shaft. A review
Injury, Int. J. Care Injured 43 (2012) 980-988
115. **Pihlajamäki HK, Salminen ST, Böstman OM.**
The treatment of nonunions following intramedullary nailing of femoral shaft fractures.
J Orthop Trauma 2002; 16: 394-402.

116. **Basumallick M, Bandopadhyay A.**
Effect of dynamization in open interlocking nailing of femoral fractures. A prospective randomized comparative study of 50 cases with a 2-year followup.
Acta Orthop Belg 2002; 68: 42-8.
117. **J Korean Heun Guyn Jung, M.D., Dae Joong Kim, M.D., Byung Hak Kim, M.D., and Young Yool Chung, M.D.**
Treatment of the femoral shaft nonunion occurred after intramedullary nailing.
Orthop Assoc 2007; 42: 653-658
118. **Weber BG, Cech O.**
Pseudarthrosis: pathology, biomechanics, therapy, results, Berne, Switzerland: Hans Huber Medical Publisher, 1976.
119. **C. Hierholzer* , C. Glowalla, M. Herrler, C. von Rüden, S. Hungerer, V. Bühren and J. Friederich**
Reamed intramedullary exchange nailing: treatment of choice of aseptic femoral shaft nonunion
Hierholzer et al. Journal of Orthopaedic Surgery and Research 2014, 9:88
120. **Yu CW, Wu CC, Chen WJ.**
Aseptic nonunion of a femoral shaft treated using exchange nailing.
Chang Gung Med J 2002; 25: 591-598.
121. **E.Thein, F.Chevalley, O .Borens**
Pseudarthrose aseptiques des os longs
Revue médicale suisse 2013 ;9 ;2390-6
122. **Ioannis D. Gelalis *, Angelos N. Politis, Christina M. Arnaoutoglou, Anastasios V. Korompilias, Emilios E. Pakos, Marios D. Vekris, Athanasios Karageorgos, Theodoros A. Xenakis**
Diagnostic and treatment modalities in nonunions of the femoral shaft. A review
Int. J. Care Injured 43 (2012) 980-988
123. **Abdel-Aa AM, Farouk OA, Elsayed A, Said HG.**
The use of a locked plate in the treatment of ununited femoral shaft fractures.
J Trauma 2004; 57: 832-836.
124. **Bellabarba C, Ricci W, Bolhofner B.**
Results of indirect reduction and plating of femoral shaft nonunions after intramedullary nailing.
J Orthop Trauma 2001; 15: 254-63

125. **Silvia Regina, Noguera Jorge, Luiz Fernando, Cocco, Claudio Kawano Helio Jorge Alvachio Fernandes. 132**
The wave plate method in non union femoral shaft fractures treatment .
Acta Ortop Bras- 2006; 14(1).
126. **Yangrim. S. Choi . K. S. Kim.**
Plate augmentation leaving the nail in situ and bone grafting for nonunion of femoral shaft fractures.
International Orthopaedics (SICOT) 2005; 29: 287-290.
127. **F. Benazzo *, M. Mosconi, F. Bove, F. Quattrini**
Treatment of femoral diaphyseal non-unions: Our experience
Injury, Int. J. Care Injured 41 (2010) 1156-1160
128. **Brinker MR, O'Connor DP, Crouch CC, Mehlhoff TL, Bennett JB**
Ilizarov treatment of infected nonunions of the distal humerus after failure of internal fixation: an outcomes study
J Orthop Trauma. 2007 Mar;21(3):178-84
129. **Benoit Maeder**
Revue de traitement de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale .
Mémoire de maîtrise en médecine .lausane 2012.
130. **Brinker MR, O'Connor DP.**
Ilizarov compression over a nail for aseptic femoral nonunions that have failed exchange nailing: A report of five cases.
J Orthop Trauma 2003; 17: 668-676.
131. **Patil S, Montgomery R.**
Management of complex tibial and femoral nonunion using the Ilizarov technique, and its cost implications.
J Bone Joint Surg Br 2006; 88: 928-932
132. **Inan M, Karaoglu S, Cilli F, Turk CY, Harma A.**
Treatment of femoral nonunions by using cyclic compression and distraction. Clin Orthop Relat Res 2005; 436: 222-228
133. **Conway J.**
Osteomyelitis and infected non-unions. In : RozbruchSR, Ilizarov S, éd. Limb lengthening and reconstruction surgery.
New York : Informa ; 2008. p. 203-19.

134. **A. Saridis, E. Panagiotopoulos, M. Tyllianakis, C. Matzaroglou, N. Vandoros, E. Lambiris.**
The use of the Ilizarov method as a salvage procedure in infected nonunion of the distal femur with bone loss.
J Bone Joint Surg [Br] 2008; 88-B: 232-7
135. **Kocaoglu M, Eralp L, Rashid H, Sen G, Bilsel K.**
Reconstruction of segmental bone defects due to chronic osteomyelitis with use of an external fixator and an intramedullary nail.
J Bone Joint Surg Am 2006 ; 88A : 2137-45.
136. **Matsushita T, Watanabe Y.**
Chipping and lengthening technique for delayed unions and nonunions with shortening or bone loss.
JOT 2007 ; 21 : 404-6.
137. **R. K. Harshwal a, *, S.S. Sankhala b , D. Jalan**
Management of nonunion of lower-extremity long bones using mono-lateral external fixator – Report of 37 cases.
Injury, Int. J. Care Injured 45 (2014) 560-567
138. **Alamis A.**
Resistance to antibiotics : are we in the post-antibiotic era ? Arch Med Res 2005 ; 36 : 697-705.
139. **Bru J, Peyramond D, Boibieux A.**
Physiologie des bactéries lors d'infections de matériel métallique. In éd. Les infections ostéoarticulaires.
Paris : John Libbey Eurotexte ; 2000. p. 9-22.
140. **Patil S, Montgomery R.**
Management of complex tibial and femoral nonunion using the Ilizarov technique, and its cost implications.
J Bone Joint Surg Br 2006; 88: 928-932.
141. **Lortat-Jacob A, Bauer T, Marmor S.**
Traitement chirurgical de l'infection osseuse. In : Masquelet AC, éd. Chirurgie orthopédique. Principes et généralités.
Paris : Masson ; 2004. p. 327-36.
142. **Henri Fessi M.**
L'infection sur matériel prise en charge chirurgicale.
Groupement Hospitalier Sud 2008.

143. **Atkins R.M.**
Principes of management of septic non-union of fracture.
Injury Int J Care Injured 2007; 38S: S23-S32.
144. **Desplaces N.**
Antibiothérapie.
In : Masquelet AC, éd. Chirurgie orthopédique : principes et généralités. Paris : Masson ; 2004. p. 319-26.
145. **Niane M1, Gueye AB2*, Kinkpe CVA1, Daffe M1, Sané AD2**
Traitement par la méthode d'Ilizarov des pseudarthroses des os longs
Afr J Orthop Trauma 2016;1(1):64-70
146. **Krishnan A, Pamecha C, Patwa JJ.**
Modified Ilizarov technique for infected nonunion of the femur: the principle of distraction-compression osteogenesis.
Centre hospitalier ordre de Malte – Dakar (Sénégal)
J Orthop Surg 2006; 14(3): 265-72.
147. **R. M. Atkins***
Princip[es of management of septic fracture non-union of
Injury, Int. J. Care Injured (2007) 38S, S23-S32
148. **S. R. Patra*, D. Kisan, D. Madharia, N. K. Panigrahi, S. Samant, M. Manoj, A. Shiv, L. K. Das**
Management of infected non-unions of long bones using limb reconstruction system (LRS) fixator
Patra SR et al. Int J Res Orthop. 2017 Mar;3(2):213-219
149. **Prasarn M.L, Ahn J, Achor T, Matuszewski P.**
Management of infected femoral nonunions with a single-staged protocol utilizing internal fixation.
Injury Int J Care Injured 2009; 40: 1220-5.
150. **P. Yin^{1,2}, L. Zhang¹, T. Li^{1,2}, L.Zhang¹, G. Wang¹, J. Li¹, Jianheng Liu¹, J. Zhou¹, Q. Zhang^{1*} and P. Tang**
Infected nonunion of tibia and femur treated by bone transport
Yin et al. Journal of Orthopaedic Surgery and Research (2015) 10:49
151. **Anil J, Skand S.**
Infected non-union of the long bones.
Clin Orthop Relat Res 2005 ; 431 : 57-65.

152. **Moyikoua A, Bouity –Buang JC, Pena–Pitra B**
Complications mécaniques postopératoires des ostéosynthèses du membre inférieur :analyse de 22cas
Médecine d’Afrique Noire 1993 ;40 :8–9
153. **Migaud H, Senneville E, Gougeon F, Marchetti E, Amzallag M, Laffargue P.**
Risque infectieux en chirurgie orthopédique.
EMC–Rhumatologie Orthopédie 2005;2:151–7
154. **Bonnevialle P**
Fractures diaphysaire de l’adulte (fractures pathologiques exclus)
EMC–Rhumatologie Orthopédie 2005 ;2 :394–410
155. **Sanogo CO.**
Aspects épidémiologiques et évaluation du traitement des pseudarthroses aseptiques de la diaphyse fémorale à l’hôpital de Kati de 15 cas
Thèse Doctorat Médecine ,Bamako ;2005
156. **Safoury Y.A, Atteya M.R**
Treatment of post–infection nonunion of the supracondylar humerus with Ilizarov external J Shoulder Elbow surg,20.873–879 (2011)
157. **Megas P, Syggelos S.A., Kontakis G.**
Intramedullary nailing for the treatment of aseptic femoral shaft nonunions after plating failure: Effectiveness and timing.
Injury Int J Care Injured 2009; 40: 732–7
158. **Ely L. Steinberg *, Ori Keynan, Amir Sternheim, Michael Drexler, Elhanan Luger**
Treatment of diaphyseal nonunion of the femur and tibia using an expandable nailing system
Injury, Int. J. Care Injured 40 (2009) 309–314
159. **Jorge S, Cocco L.F, Kawano C, H. Fernandes J.A.**
The wave plate method in non union femoral shaft fractures treatment.
Acta Ortop Bras 2006; 14(1): ISSN.
160. **Kanakaris N.K, Lasanianos N, Calori G.M, Verdonk R, Blokhuis T.**
Application of bone morphogenetic proteins to femoral nonunions: A 4–year multicentre experience.
Injury Int J Care Injured 2009; 40 (S3): S54–S61.

161. **W.J. Metsemakers N. Roels A. Belmans P. Reynders S. Nijs**
Risk factors for nonunion after intramedullary nailing of femoral shaft fractures:
remaining controversies
Injury, Int. J. Care Injured 2015.
162. **C. Papakostidis a, *, I. Psyllakis b , D. Vardakas a , A. Grestas a , P. V. Giannoudis b**
Femoral–shaft fractures and nonunions treated with intramedullary nails: The role of
dynamisation
Injury, Int. J. Care Injured 42 (2011) 1353–1361
163. **J. Park , K. H. Yang**
Indications and outcomes of augmentation plating with decortication and autogenous
bone grafting for femoral shaft nonunions
Injury, Int. J. Care Injured 44 (2013) 1820–1825
164. **A. Atik1, S. Özyürek2, S. Inal3, U. Tırktas**
Nonunion of femur intramedullary nailing: a case report of treatment with Adam’s external
circular frame over intramedullary nail and dynamisation
Osteosynthese International 2013 – Saturday, 16 February / Injury, Int. J. Care Injured
44S2 (2013) S15–S27
165. **E.G-Barrena a, P. Rosset , D. Lozano , J. Stanovici , C. Ermthalle , F. Gerbhard**
Bone fracture healing: Cell therapy in delayed unions and nonunions
Bone 70 (2015) 93–101
166. **A. Ç. TEKIN , C. Z. ESENYEL , M. ÇAKAR , M. ESENYE , Y. ÖZCAN , M. S. SAYGILI**
Hyalonect in the treatment of pseudarthrosis
Acta Orthop Traumatol Turc 2013;47(6):379–386
167. **A. Maimaitiyiming , A. Amat , A. Rehei , M. Tusongjiang , C. Li**
Treatment of the femoral shaft nonunion with double plate fixation and bone grafting: A
case series of 14 patients
Injury, Int. J. Care Injured xxx (2015) xxx–xxx
168. **D. P. Taormina , B. S. Shulman , R. Karia , A. B. Spitze , S.R. Konda, and K. A. Egol, MD**
Older Age Does Not Affect Healing Time and Functional Outcomes After Fracture
Nonunion Surgery
Geriatric Orthopaedic Surgery & Rehabilitation 2014, Vol. 5(3) 116–12

169. **E. K. Rodriguez , C. Boulton , M. J. Weaver, L. M. Herde , J. H. Morgan , A. T. Chacko , P. T. Appleton , D. Zurakowski , M. S. Vrahas**
Predictive factors of distal femoral fracture nonunion after lateral locked plating: A retrospective multicenter case-control study of 283 fractures
Injury, Int. J. Care Injured 45 (2014) 554-559
170. **J. Pallaro*, A. Angelliaume , B. Dunet, N. Lavoine , C. Tournier , T. Fabre**
Reconstruction de pertes de substance osseuse fémorale par fixateur externe monoplan avec transport osseux
Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique 101 (2015) 379-384
171. **N. Kanakaris , Theodoros H. Tosounidis b , Peter V. Giannoudis c**
Surgical management of infected non-unions: An update
Injury, Int. J. Care Injured xxx (2015) xxx-xxx
172. **S-J. Kuo , I-Chang Su , C-J. Wang , J-Y. Ko**
Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in the treatment of atrophic non-unions of femoral shaft fractures
International Journal of Surgery xxx (2015) 1e4
173. **Raju Vaishya, Amit Kumar Agarwal *, Nishint Gupta, Vipul Vijay**
Plate augmentation with retention of intramedullary nail is effective for resistant femoral shaft non-union
Journal of Orthopaedics 13 (2016) 242-245
174. **Y.Jiang, M.D, Ph.D, Y-F. Guo, M.D, Ph.D, Y-K. Meng, M.D, L. Zhu, M.D, Ai-M. Chen, M.D., Ph.Dc,**
A report of a novel technique: The comprehensive fibular autograft with double metal locking plate fixation (cFALP) for refractory post-operative diaphyseal femur fracture non-union treatment .
Injury, Int. J. Care Injured xxx (2016)
175. **S.T.J. Tsang, L.A. Mills, J. Baren , J. Frantzias , J.F. Keating , A.H.R.W. Simpson**
Exchange nailing for femoral diaphyseal fracture non-unions: Risk factors for failure
Injury, Int. J. Care Injured xxx (2015)
176. **C. Fischera, M. Nissena , G. Schmidmaiera , T. Brucknerb , H-U Kauczorc , M-A.Weber**
Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) for the prediction of non-union consolidation
Injury, Int. J. Care Injured xxx (2016)

177. **A. Moghaddam , B. Thaler , T. B. b , M. Tanner , G. Schmidmaier**
Treatment of atrophic femoral non-unions according to the diamond concept: Results of one- and two-step surgical procedure
Journal of Orthopaedics 14 (2017) 123-133
178. **M. el Moumni , P.A. Leenhouts , H.J. ten Duis , K.W. Wendt**
The incidence of non-union following unreamed intramedullary nailing of femoral shaft fractures
Injury, Int. J. Care Injured 40 (2009) 205-208
179. **D. Moukoko, M. Pithioux , S. Roffino , D. Pourquier , P. Chabrand**
Intérêt du G-CSF comme traitement adjuvant de la consolidation osseuse
Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique 101S (2015) S138-S258
180. **A. Moghaddam , B. Thaler , T. Bruckner , M. Tanner, G. Schmidmaier**
Treatment of atrophic femoral non-unions according to the diamond concept: Results of one- and two-step surgical procedure
Journal of Orthopaedics 14 (2017) 123-133
181. **Jarusombat W.**
Distraction Osteogenesis and External Fixator with Cancellous Bone Graft.
The Thai Journal Of Orthopaedic Surgery JRCost 2010;34(3-4)

قسم الطبیب

أقسم بالله العظیم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف
والأحوال باذلة وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلة رعايتي الطبية للقريب والبعيد،
للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرني، وأكون أختاً لكل زميل في المهنة

الطبية متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سري وعلانيتي، نقيّة مما يشينها تجاه

الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيدا

العلاج الجراحي للتمفصلات الكاذبة لجذل الفخذ

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 16 / 06 / 2017

من طرف

الآنسة ليلى طالبى

المزداة فى 30 اكتوبر 1988 بقلة مكونة

لنيل شهادة الدكتوراه فى الطب

الكلمات الأساسية:

التمفصلات الكاذبة- الفخذ- التسمير اللبى- لولة العظام- تطعيم عظمى.

اللجنة

الرئيس

ن. منصورى

السيدة

أستاذة فى جراحة وتقويم الوجه والفكين

المشرف

ح. الهورى

السيدة

أستاذة مبرزة فى جراحة وتقويم العظام والمفاصل

ر. شفىق

السيد

أستاذ مبرز فى جراحة وتقويم العظام والمفاصل

م. أ. بنهيمه

السيد

الحكام

أستاذ مبرز فى جراحة وتقويم العظام والمفاصل

