

Mémoire de Maîtrise en médecine No 31

Revue du traitement chirurgical de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Etudiant

Benoît Maeder

Tuteur

Dr. François Chevalley, PD, MER

Médecin cadre du CHUV

Spécialiste FMH en chirurgie orthopédique et traumatologie

Médecin associé à temps partiel au département de traumatologie à la CRR

Expert

Dr François Lüthi, MER

Chef de service à la CRR

Spécialiste FMH en médecine physique et réhabilitation

Spécialiste FMH en chirurgie orthopédique

Médecin associé à temps partiel au DAL du CHUV

Lausanne, 12/2012

Table des matières

| | |
|--|--------------|
| Abstract | p. 3 |
| Matériel et méthodologie | p. 4 |
| Fracture de la diaphyse fémorale..... | p. 4 |
| Pseudarthrose de la diaphyse fémorale: introduction..... | p. 5 |
| Définition et diagnostic de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Etiologie et classification de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Facteurs de risque de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Traitements de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Dynamisation du clou centromédullaire | |
| Echange du clou centromédullaire ou enclouage primaire | |
| Réduction ouverte et ostéosynthèse par plaque | |
| Fixation externe | |
| Traitements adjuvants | |
| Cas particulier : pseudarthrose septique | |
| Méthodologie..... | p. 9 |
| Résultats | p. 10 |
| Fracture de la diaphyse fémorale..... | p. 10 |
| Pseudarthrose de la diaphyse fémorale..... | p. 11 |
| Evolution vers la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Classification de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Cure de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale : choix du traitement chirurgical | |
| Cure de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale : taux d'union | |
| Cure de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale : temps avant l'union | |
| Cas cliniques | p. 13 |
| Pseudarthrose non-infectée hypertrophique..... | p. 13 |
| Pseudarthrose non-infectée atrophique..... | p. 14 |
| Discussion | p. 15 |
| Fracture de la diaphyse fémorale et ostéosynthèse..... | p. 15 |
| Pseudarthrose de la diaphyse fémorale..... | p. 15 |
| Développement de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Classification de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Traitement chirurgical de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Taux d'union de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Temps avant union de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale | |
| Conclusion | p. 20 |
| Remerciements | p. 20 |
| Tableaux des résultats | p. 21 |
| Tableau II..... | p. 21 |
| Tableau III..... | p. 22 |
| Bibliographie | p. 23 |

Titre

« Revue du traitement chirurgical de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale. »

Mots-clés

Diaphyse fémorale - Pseudarthrose - Fracture fémorale- Traitement - Union

Abstract

Ce travail consiste en l'analyse et la revue des différentes prises en charge de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale dans un groupe nommé « Echantillon CHUV » formé par 16 patients. Les patients ont tous été opérés au Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, CHUV, entre 2008 et 2011 pour cure de pseudarthrose.

Une présentation succincte des fractures de la diaphyse fémorale ainsi que de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale consiste en la première partie du rapport. La deuxième partie est une revue des cas des patients de l'échantillon CHUV. Des paramètres tels que le mode initial de fracture, la durée effective de la pseudarthrose, le nombre de révisions avant la consolidation ou la répartition des pseudarthroses selon leur type font partie des différents éléments caractéristiques répertoriés puis analysés dans cette revue.

25 cures de pseudarthroses sont effectuées sur les 16 patients. Les techniques de fixations les plus utilisées sont la fixation par plaque après réduction ouverte (ORIF, 64%, 16 cures sur 25) et l'enclouage centromédullaire (24%, 6 cures sur 25). L'utilisation de substituts osseux est très souvent complémentaire à la re fixation mécanique lors des cures de pseudarthrose (recours à la greffe osseuse dans 72% des cures).

Le taux d'union après la première cure de pseudarthrose s'établit à 63% et il monte à 100% après l'ensemble des cures. Le retour à une fonction adéquate du membre inférieur est obtenu chez 14 des 16 patients (1 patient est traité par arthrodèse du genou sur pseudarthrose du tiers distal de la diaphyse fémorale et 1 patient tétraplégique est traité par résection de la tête et du col fémoral sur pseudarthrose du tiers proximal de la diaphyse fémorale).

La revue quantifie la durée de l'invalidité causée par la pseudarthrose de la diaphyse fémorale : la longueur totale du traitement avant union est d'au minimum 12 mois pour 75% des patients. 8 patients sur 16 ont un temps avant union supérieur à 20 mois.

La pseudarthrose de la diaphyse fémorale doit être considérée comme une complication grave. La localisation au niveau du fémur réduit voire abolit l'autonomie de marche du patient et limite ses activités de la vie quotidienne. Elle entrave le retour au travail et réduit terriblement la qualité de vie pendant souvent plus d'une année. L'ensemble des symptômes ont un effet dévastateur sur la rééducation et peuvent parfois laisser d'importantes séquelles physiques ou psychologiques sur le long terme. Pour ces raisons, le traitement doit être adapté du mieux possible à la pseudarthrose du patient afin d'augmenter les chances de réussite de la cure.

Title

« Surgical treatment of femoral shaft nonunions : a review. »

Keywords

Femoral shaft – Nonunion – Femoral fracture – Treatment – Union

Matériel et méthodologie

Fracture de la diaphyse fémorale

L'incidence de la fracture de diaphyse fémorale est d'environ 10-15/100'000 personnes par années.^{1,2,3} La courbe d'incidence (*Image 1a*) montre une prévalence augmentée dans une population de jeunes adultes en comparaison avec la fracture du col du fémur. L'incidence de la fracture du col du fémur augmente avec l'âge (*image 1b*). La partie centrale du fémur, composée majoritairement d'os compact plutôt que d'os spongieux, rend la diaphyse très solide et c'est la raison pour laquelle ce type de fracture est plus fréquemment associé à un traumatisme contrairement à la fracture du col fémoral. Les traumatismes à haute énergie sont les principaux responsables des fractures de la diaphyse fémorale chez les personnes jeunes. La déminéralisation et la diminution de la qualité osseuse avec l'âge expliquent la prévalence augmentée de la fracture du fémur proximal dans des populations de plus en plus âgées.¹ L'incidence annuelle de la fracture de la diaphyse fémorale est de 30/100'000 chez les moins de 25 ans (rapport homme-femme 3 : 1) ainsi que chez les plus de 65 ans (rapport homme-femme 1 : 1).³

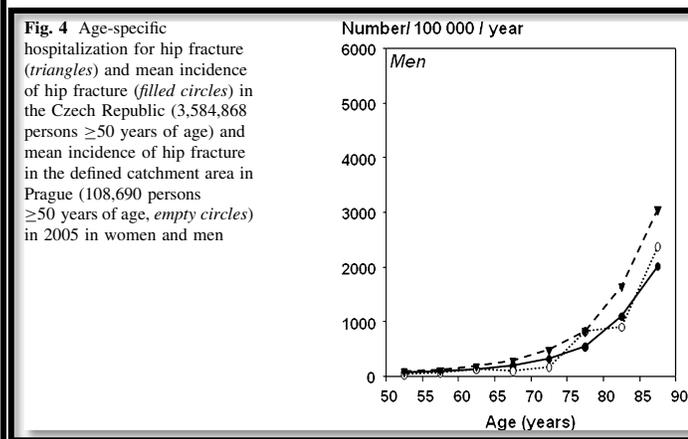
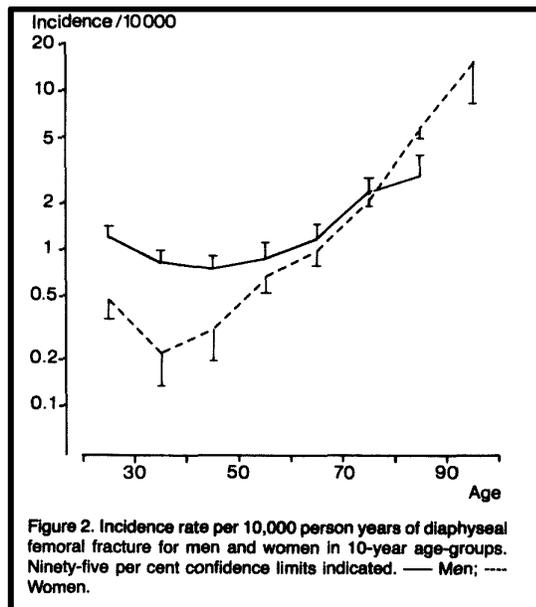


Image 1a : Incidence annuelle de la fracture de la diaphyse fémorale pour 10'000 habitants.¹ *Image 1b* : Incidence annuelle de la fracture du fémur proximal pour 100'000 habitants.

Bien que principalement causé par des traumatismes à haute-énergie tels qu'accidents de la voie publique, accidents de sports (surtout football et ski) ou chutes importantes, des fractures sans traumatisme peuvent se produire. C'est notamment le cas s'il y a mise sous tension répétée du fémur lors de la course à pied par exemple, des maladies métaboliques de l'os (maladie de Paget) ou des tumeurs primaires ou secondaires de l'os.^{3,4}

Selon l'analyse d'un grand nombre de fractures de diaphyses fémorales, le taux de fracture ouverte est de 2% dans ce type de fracture.²

La prise en charge de ce type de fracture, toutes étiologies confondues, est devenue presque exclusivement opératoire dans les pays développés. Dans les pays en voie de développement les méthodes conservatrices telles la traction ou le plâtre restent souvent utilisées.⁴

Une fois le patient hémodynamiquement stable, les différents traitements d'une fracture de diaphyse fémorale incluent un système de fixation interne ou externe (*Image 2*). L'enclouage centromédullaire et la fixation par plaque sont les deux principales techniques de fixation interne. Chaque prise en charge comporte des avantages et des inconvénients et il est primordial d'ajuster chaque traitement à la fracture en tenant compte par exemple des comorbidités du patient, de ses capacités de rééducation et de l'expérience du chirurgien dans une méthode plutôt qu'une autre.^{3,4}

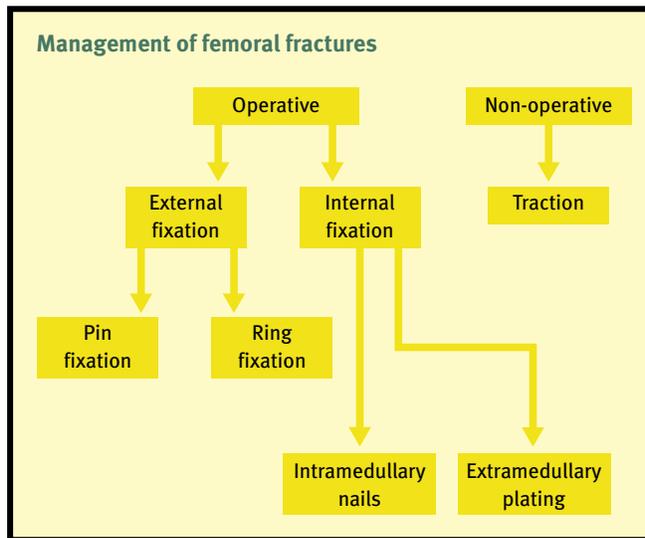


Image 2 : Résumé des différentes prises en charge d'une fracture de la diaphyse fémorale.³

L'enclouage centromédullaire après alésage est le geste le plus fréquent. Il a l'avantage d'être moins invasif comparé à une plaque et apporte la stabilité nécessaire tout en permettant la marche en charge jusqu'à douleur.^{3, 4, 13, 21, 22}

La fixation externe peut être la méthode de choix pour des patients polytraumatisés dans un premier temps. Le fixateur externe est converti en enclouage centromédullaire une fois le patient en état de subir une intervention chirurgicale.^{13, 21, 22}

Les complications les plus fréquentes des fractures de diaphyses fémorales sont une union retardée, une pseudarthrose, un raccourcissement du membre, un cal vicieux, une infection ou un syndrome des loges.³ Malgré l'amélioration de la technique per-opératoire, le taux de consolidation varie selon les études de 90 à 100%. Le taux de pseudarthrose oscille entre 5% et 10%. Les séquelles douloureuses après traumatisme sont mal évaluées.

Pseudarthrose de la diaphyse fémorale : introduction

Définition et diagnostic de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Le diagnostic de pseudarthrose repose sur trois paramètres :

- Le temps écoulé depuis l'intervention,
- Les éléments radiographiques caractéristiques,
- L'expression clinique typique reconnaissable à l'anamnèse ou à l'examen.

Il n'y a pas de définition stricte de la pseudarthrose dans la littérature, les auteurs s'accordent à dire que pour définir cliniquement une pseudarthrose (non-union en anglais), un délai de 6 à 9 mois doit s'être écoulé depuis la fracture et que durant les 3 derniers mois, aucune image radiographique ne doit montrer de signe d'évolution. La durée de consolidation peut s'étaler de 4 mois à 12 mois en fonction de la localisation de la fracture et des capacités physiologiques de guérison du patient.

Les critères radiographiques qui définissent une pseudarthrose comprennent une ligne de fracture persistante, l'absence de travée osseuse d'un bord à l'autre de la fracture ainsi qu'un épaissement sclérotique des bords de la fracture. Si la fracture est stabilisée au moyen d'un clou centromédullaire, l'absence d'un cal qui pontait peut faire évoquer une pseudarthrose. Dans le cas d'une fixation par plaque, si la fracture est très bien réduite, le remaniement osseux se fait de manière primaire et un cal osseux n'est pas toujours visible.

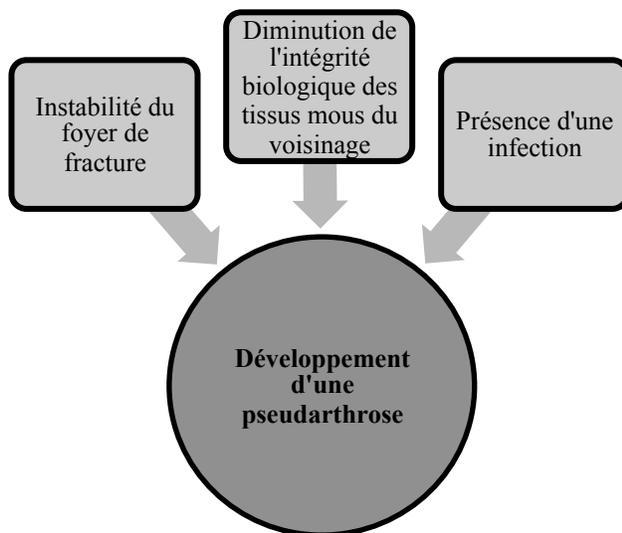
D'un point de vue clinique, une pseudarthrose se manifeste surtout par une douleur à la charge et se présente parfois avec une fausse mobilité du foyer de fracture. La manipulation directe ou la mise en charge du membre provoquent des douleurs.^{6, 7, 8, 10, 13}

Etiologie et classification de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Une pseudarthrose est définie comme l'interruption ou l'absence d'évolution du processus de consolidation osseuse avant qu'il y ait union. Une pseudarthrose et une union retardée sont difficilement distinguables l'une de l'autre au niveau radiologique et clinique dans les six premiers mois. Théoriquement, une durée de 6 à 9 mois est attendu pour poser le diagnostic de pseudarthrose sauf s'il y a eu une perte osseuse dans quel cas le diagnostic peut être plus précoce.

La pseudarthrose, au sens étymologique du terme, est le stade auquel une cavité fibrocartilagineuse se forme au niveau du foyer de fracture. La cavité, tapissée d'une membrane synoviale, est remplie de liquide.¹⁰

Le processus de guérison d'une fracture est continu et dépend de facteurs biologiques (surtout l'intégrité vasculaire de l'environnement du foyer de fracture) et mécaniques (la stabilité obtenue après une réduction adéquate). Si un de ces facteurs est déficient, l'évolution vers une pseudarthrose est probable. La présence de bactéries atypiques peut favoriser l'arrêt du processus de consolidation.¹⁴ Le terme de trépied de la pseudarthrose est souvent utilisé :



Note : Un seul de ces facteurs peut causer une pseudarthrose.

Une immobilisation inadéquate est à l'origine de mouvements excessifs entre les fragments de la fracture. Ces mouvements perturbent la consolidation au point de provoquer une hypertrophie osseuse sans pont interfragmentaire. Une vascularisation inadéquate autour du foyer de fracture ou une infection peuvent entraver le processus de guérison malgré une bonne réduction. L'os montre alors des signes d'atrophie.⁷

Les défauts de stabilisation ou de biologie créent différents types de pseudarthroses, c'est pourquoi elles sont classées en tant qu'hypertrophiques ou atrophiques. Une pseudarthrose hypertrophique est définie par une stabilité insuffisante mais une biologie préservée (*images 3a, c*). Une pseudarthrose atrophique survient si la stabilité est suffisante mais les facteurs biologiques inadéquats (*images 3b, d*). Entre ces deux formes caricaturales existent des formes intermédiaires. Ces pseudarthroses mixtes (appelées aussi pseudarthroses oligotrophiques) montrent une certaine vitalité et une stabilité suffisante sans aboutir à une consolidation et sans être purement d'un type ou d'un autre.^{7,9}

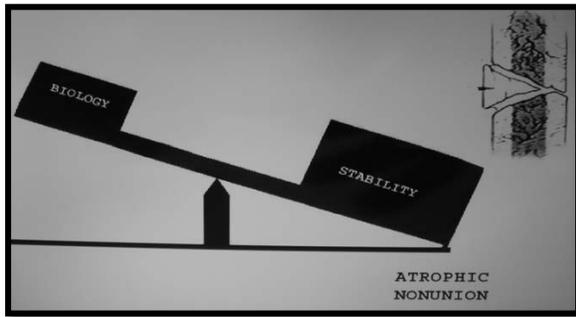


Image 3a

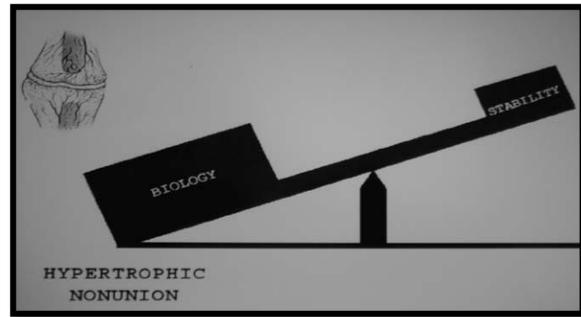


Image 3b



Image 3c



Image 3d

Images 3 : (a⁷, c) schéma et radiographie d'une pseudarthrose atrophique. La pseudarthrose est stable mais sans biologie adéquate. (b⁷, d) : schéma et radiographie d'une pseudarthrose hypertrophique. La pseudarthrose est stabilisée insuffisamment.

La classification et la mise en évidence de l'étiologie de la pseudarthrose sont des étapes majeures du processus de prise en charge. Le traitement doit s'adapter au mieux à la pseudarthrose et ses éléments déclenchants.^{13, 14} Une pseudarthrose viable (hypertrophique ou oligotrophique) peut être prise en charge par des moyens la stabilisant, comme une fixation par plaque. Une pseudarthrose atrophique nécessite un traitement dit ostéogénique par dynamisation d'un clou ou greffe osseuse et décortication par exemple. Pour les pseudarthroses dévitalisées, le recours à une greffe osseuse et à une décortication sont fréquemment associés à une stabilisation par clou ou plaque.^{11, 14}

Facteurs de risque de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Les facteurs de risques de la pseudarthrose peuvent être classés en 2 catégories : les facteurs de risques dits généraux et les facteurs de risques dits locaux.¹²

| <i>Facteurs de risques généraux</i> | <i>Facteurs de risques locaux</i> |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Régime alimentaire de type végétalien - Diabète - Ostéoporose - Tabac - Alcool - AINS | <ul style="list-style-type: none"> - Personnalité de la fracture : <ul style="list-style-type: none"> - Energie du traumatisme - Dommages vasculaires - Topographie - Exposition à partir du stade III selon Gustilo - Insuffisance de contact interfragmentaire après réduction et stabilisation - Présence d'une infection |

Les facteurs de risques d'une évolution en pseudarthrose doivent être pris en compte au moment du choix de la méthode de fixation de la fracture. Il est important de connaître ces différents éléments et si possible de les corriger au cours du traitement.^{12, 14}

Traitements de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Le traitement de la pseudarthrose vise avant tout à obtenir une ossification sans complication, mais ce n'est pas le seul objectif. En cas de mauvais alignement, le chirurgien essaie de le corriger. Si la pseudarthrose est infectée, il faut traiter l'infection. La longueur des muscles doit être rétablie. Le choix de la prise en charge d'une pseudarthrose ne se fait donc pas en tenant compte de la seule composante osseuse.¹⁹

Il existe plusieurs modalités de traitements : dynamisation du clou centromédullaire, échange de clou centromédullaire ou enclouage primaire, réduction ouverte et ostéosynthèse par plaque, fixation externe et des traitements adjuvants.

Dynamisation du clou centromédullaire

La dynamisation du clou consiste à rendre dynamique un clou centromédullaire qui était verrouillé auparavant. Le retrait d'une ou plusieurs vis d'un clou verrouillé permet de rendre le clou dynamique. Ce geste induit un transfert des forces au niveau du foyer de fracture lorsque le membre est en charge. La tension qui s'exerce au niveau de la fracture stimule l'ostéogenèse et favorise l'union osseuse.^{13, 17}

La dynamisation du clou induit le transfert des charges et permet d'obtenir la guérison. Ce type de prise en charge est relativement simple à effectuer mais nécessite une stabilité axiale de base. Il a été démontré qu'un délai relativement court (3 à 6 mois) entre la mise en place d'un clou centromédullaire verrouillé et la dynamisation du clou permet d'obtenir un taux de consolidation plus élevé comparé à une procédure plus tardive. Si le délai est plus long et qu'une pseudarthrose est établie, les chances de consolider la fracture avec une simple dynamisation sont plus faibles.¹³ Le taux de consolidation obtenu par dynamisation du clou est proche de 50% selon plusieurs rapports.¹³

La principale complication de cette méthode de traitement est le raccourcissement de la jambe de plus de 2cm.¹³

Echange de clou centromédullaire ou enclouage primaire

Il s'agit selon plusieurs études consacrées de la méthode de choix dans le traitement de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale.^{13, 17, 19}

Cette méthode d'enclouage verrouillé permet un partage des charges et offre la possibilité d'avoir une compression physiologique du foyer de fracture. La stabilité obtenue avec cette prise en charge est excellente notamment grâce à l'élargissement du canal médullaire qui permet la mise en place d'un implant plus rigide. Les complications liées à l'exposition surviennent moins fréquemment et sont moins graves que si l'infection survient lors d'une réduction ouverte avec fixation par plaque.

L'alésage cause d'importants dommages au niveau de la vascularisation de l'endosteum bien que cela soit surtout vrai lors de l'alésage primaire de l'os. Un second alésage a donc un impact relativement restreint au niveau de l'intégrité biologique des tissus. Les fragments osseux obtenus par alésage sont des substances à fort pouvoir ostéo-inducteur et sont utilisés comme greffons autologues.¹³

Cette technique augmente la stabilité du foyer de fracture et permet de préserver l'intégrité de l'environnement de la fracture. Selon la majorité des études, le taux de consolidation de cette technique avoisine les 95% de consolidation avec un seul échange.¹⁷ Il existe des études récentes qui remettent en question ce mode opératoire constatant un taux d'union bien inférieur à ceux obtenus précédemment (notamment Weresh et al.).^{13, 22} Une ostéomyélite ou des antécédents d'infections des tissus mous profonds peuvent être des contre-indications à ce mode de prise en charge.¹⁷

Réduction ouverte et ostéosynthèse par plaque

L'indication principale de ce traitement est la pseudarthrose hypertrophique, qui par définition est instable et requiert une procédure visant à lui apporter une bonne stabilisation. Pour l'ensemble des pseudarthroses, l'avantage de la réduction ouverte et ostéosynthèse par plaque (ORIF plus loin dans le texte pour Open Reduced Internal Fixation) est l'accès au foyer de fracture afin d'y placer des substances ostéoconductrices ou ostéoinductrices d'une part et d'autre part le prélèvement microbiologique et la décortication.

Plusieurs études relèvent le manque de cohérence de l'enclouage + greffe puisque l'ouverture peu invasive lors de l'enclouage ne permet pas la mise en place des greffons au niveau de la pseudarthrose. Certains auteurs qui suggèrent d'éviter l'enclouage + greffe favorisent une prise en charge plutôt par ORIF + greffe en laissant le clou centromédullaire en place (Cove et al.).²¹ Le recours à l'ORIF est de toute façon recommandé si le débridement ouvert de tissus infectés ou nécrosés est nécessaire.²¹

L'exposition du foyer de fracture augmente les risques d'infections et provoque une perte sanguine relativement importante. Dans la période post-opératoire, la mise en charge de la jambe doit être réduite et reprise attentivement en post-opératoire au risque de casser la plaque.^{13, 21, 22}

Selon la littérature actuelle, l'ORIF par plaque avec ablation du clou est une technique avec un taux d'union légèrement inférieur à l'échange de clou centromédullaire. En revanche, les articles scientifiques précisent que l'ORIF par plaque + greffe osseuse + DBM tout en laissant le clou en place constitue le mode opératoire au taux de succès le plus élevé.^{13, 21, 22}

Fixation externe

Le principal rôle des fixateurs externes dans les cures de pseudarthrose est généralement restreint aux pseudarthroses septiques.^{13, 22} Les forces compressives et distractives qu'induisent le fixateur externe permettent d'obtenir dans la majorité des cas une consolidation osseuse sans diminution de longueur du membre. La prise en charge percutanée diminue la perte sanguine et optimise l'orientation de l'os dans l'espace.

Selon certaines études le traitement antalgique important et les risques infectieux liés aux broches (arthrite septique, ostéomyélite) sont trop préjudiciables pour justifier le recours à la fixation externe.^{13, 22} L'impact psychologique important du fixateur externe et son coût élevé comparé aux autres méthodes expliquent que l'on y fasse moins souvent recours.¹⁸

Traitements adjuvants

Rarement utilisés seuls, ces nouvelles formes de traitements comprennent la stimulation électrique à haute fréquence, la greffe osseuse ou le remplacement osseux par greffons synthétiques seuls, le recours à des agents biologiques seuls, notamment les BMP (pour Bone Morphogenetic Protein) ou encore les ultrasons à basse intensité.

Leur efficacité est prouvée sur l'animal mais ils restent relativement peu utilisés en clinique de nos jours.^{13, 22}

Cas particulier : pseudarthrose septique

Le risque d'infection sur une fracture à basse-énergie, sans ouverture du foyer de fracture est présent mais les conséquences d'une infection seront majoritairement moins graves que si un foyer de fracture est largement exposé après un traumatisme à haute énergie par exemple.

L'antibioprophylaxie et la stimulation du système immunitaire par un processus osseux régénératif contribuent à l'éradication de la majorité des infections.¹⁴ La méthode de fixation externe selon Ilizarov est la prise en charge de choix d'une pseudarthrose septique. L'antibiothérapie associée à un nettoyage et une refixation est le traitement le plus fréquemment utilisé dans ce type de pseudarthrose.

La persistance de l'infection est souvent la conséquence d'os mort et va avec la persistance de la pseudarthrose. Dans des cas très graves on peut être amené soit à amputer, soit à bloquer le genou par arthrodèse.¹⁴

Méthodologie

17 patients sont inclus dans la revue. Les patients ont été traités au CHUV pour une cure de pseudarthrose de la diaphyse fémorale entre 2008 et 2011. Ces patients sont d'abord sortis de la base de données du CHUV par un médecin cadre. Ensuite, leurs dossiers et radiographies sont examinés afin de confirmer la présence d'une pseudarthrose et vérifier la localisation anatomique de la pseudarthrose. Le collectif, formé dans un premier temps par 17 pseudarthroses est finalement réduit à 16 (maladie congénitale rare chez un patient).

Les tableaux de données effectués sur Microsoft Office permettent de rassembler les informations concernant les patients, les fractures et les pseudarthroses. L'analyse des informations et le développement de graphiques sur

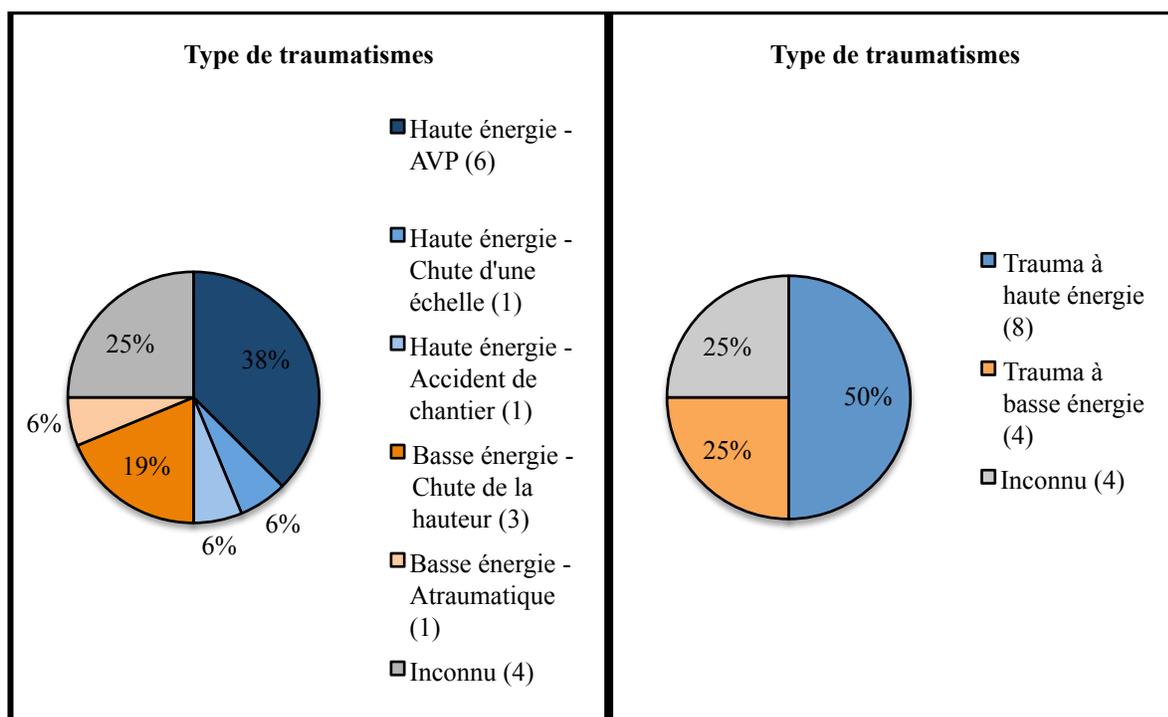
Microsoft Office sont utiles pour établir une chronologie précise de la prise en charge et illustrer les principaux résultats obtenus.

La revue littéraire a été élaborée à l'aide de logiciels de recherche informatique d'articles médicaux ainsi qu'en collaboration avec la BCU (Bibliothèque Cantonale Universitaire).

Résultats (voir tableaux II et III)

Fracture de la diaphyse fémorale

Le collectif est formé par 16 patients (8 femmes et 8 hommes) tous victimes d'une fracture de la diaphyse fémorale. Le traumatisme de base est considéré à haute énergie pour 8 patients (accident de la voie publique, chute d'échelle, autre traumatisme à haute-énergie) et à basse énergie pour 4 patients (chute de la hauteur, fracture atraumatique). 4 traumatismes initiaux sont inconnus.



Graphique 1 : Classification des types de traumatismes en fonction de l'énergie (bleu : haute énergie, orange : basse énergie, gris : inconnu).

Résumé des différentes techniques de prise en charge choisies pour le traitement de la fracture fémorale initiale :

| <i>Enclouage centromédullaire après alésage (12/15)</i> | <i>Réduction ouverte et fixation interne par plaque (4/15)</i> |
|---|--|
| - 9 clous gamma | - 1 plaque liss 13 trous |
| - 1 clou T2 Recon | - 1 plaque liss 9 trous |
| - 1 clou de type x | - 1 plaque de type x |
| - 1 clou T2 Recon + 1 plaque DCP 8 trous | |

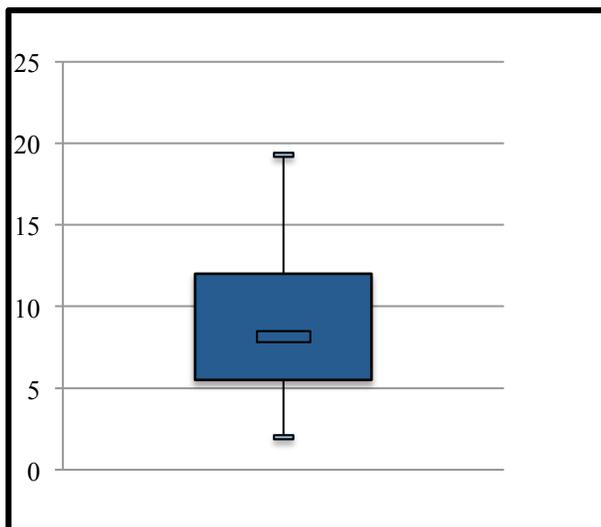
Note : - Manque d'informations pour un patient.
- Cerclages et greffes osseuses ne figurent pas dans ce résumé.

L'âge des patients de l'échantillon est compris entre 21 ans et 90 ans et correspond à l'âge au moment de la fracture de la diaphyse fémorale.

Pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Evolution vers la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Le graphique 2 donne le temps après lequel les 16 patients de l'échantillon sont repris pour une première cure de pseudarthrose (temps entre la date du traitement de la fracture et la date de la première cure). Il correspond, à quelques semaines près, au temps nécessaire pour poser le diagnostic de pseudarthrose. La cure de pseudarthrose la plus précoce est effectuée 2 mois après l'ostéosynthèse et la plus tardive après 19 mois. Le temps moyen entre le traitement de la fracture et la première cure est de 9 mois tandis que le temps médian est de 8 mois.



| <i>Temps entre fracture et première cure de pseudarthrose (en mois)</i> | | | |
|---|----|-----|-----|
| 2m | 6m | 9m | 12m |
| 3m | 7m | 10m | 14m |
| 5m | 7m | 11m | 17m |
| 5m | 7m | 12m | 19m |

Note : Graphique « Box-plot » : valeurs maximale et minimale aux extrémités de la ligne verticale. « Box » entre 1^{er} et 3^{ème} quartile (5,5m et 12m). Tiret central est la valeur médiane (8m).

Graphique 2 : Temps entre le traitement de la fracture et la première cure de pseudarthrose dans l'échantillon CHUV (en mois).

Classification de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

La classification en pseudarthroses hypertrophiques, atrophiques ou mixtes est effectuée en analysant les données radiologiques.

- 2 patients avec formation d'un cal osseux visible et un foyer de fracture pauvrement stabilisé sont classés sous pseudarthrose hypertrophique.
- 8 patients ne montrent aucun signe de consolidation osseuse sur les radiographies et sont classés sous pseudarthrose atrophique.
- 6 patients ont radiologiquement des éléments parlant pour une altération de la biologie (cal osseux peu visible mais visible tout de même) et d'autres parlant plutôt pour une stabilité inadéquate (fragments osseux libres de taille importante, déplacement visible entre deux radiographies à distance l'une de l'autre). Ces pseudarthroses sont classées sous pseudarthrose mixte ou oligotrophique.

Cure de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale : choix du traitement chirurgical

Le choix de la méthode de reprise dépend de plusieurs facteurs mais caricaturalement les 3 éléments les plus importants sont :

- Vitalité de l'environnement du foyer de fracture
- Stabilité du foyer de fracture
- Présence d'une infection

L'ensemble des facteurs à prendre en compte au moment de la décision thérapeutique, les différents objectifs à atteindre avec la cure de pseudarthrose mais aussi le déroulement de l'opération font varier les prises en charge possibles. Les résultats montrent qu'aucun des 16 patients n'a été pris en charge exactement de la même manière qu'un autre.

25 cures de pseudarthroses sont effectuées pour l'ensemble du traitement des patients de l'échantillon CHUV. Le nombre moyen de cures par patient est de 1,56 cures. Ci-dessous figurent les principaux gestes mécaniques effectués au cours des 25 interventions.

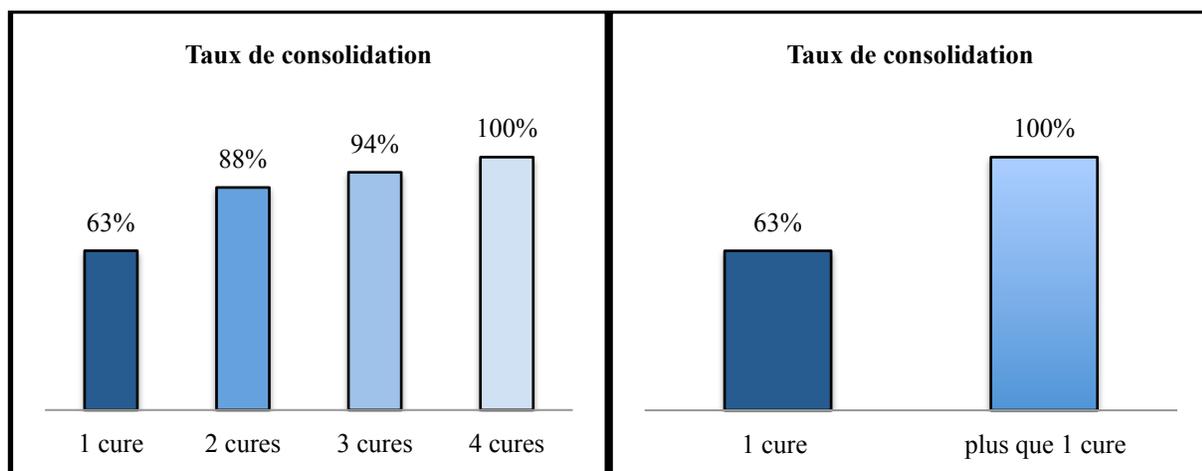
- 16 ORIF. Dont 12 ORIF + greffe et décortication.
- 6 clous. Dont 5 clous + greffe et décortication.
- 1 cerclage. Dont 1 cerclage + greffe et décortication.
- 1 arthrodèse.
- 1 résection fémorale.

L'ostéosynthèse par plaque à foyer ouvert et clou en place (ORIF par plaque sans AMO) est la technique la plus souvent utilisée lors des cures dans l'échantillon CHUV (16 cures sur 25 soit 64%). Au cours des 25 cures de pseudarthroses, le recours à des substituts osseux est pratiqué lors de 18 interventions (72%) et parmi les différents substitut osseux, le plus utilisé est la matrice osseuse déminéralisée ou DBM pour Demineralized Bone Matrix (16 cures sur 18 dont 2 sont inconnus).

Cure de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale : taux d'union

Même si la consolidation osseuse n'est pas l'unique objectif de la cure de pseudarthrose, il est le principal et détermine la réussite ou non de la cure.

Le taux d'union obtenue après la première cure de pseudarthrose est de 10/16 (63%), après une deuxième cure de 14/16 (88%), au final il atteint 100%. Le graphique 3 illustre le taux de consolidation obtenu après un nombre x de cures de pseudarthrose.

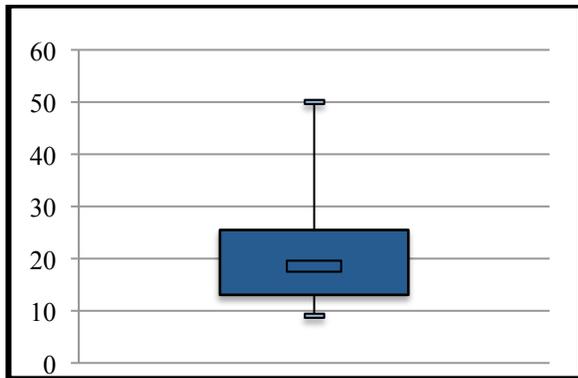


Graphique 3 : Taux de consolidation en fonction du nombre de cure(s).

Cure de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale : temps d'union

La durée moyenne entre fracture initiale et dernière cure de pseudarthrose est de 15 mois dans l'échantillon de patients (voir tableau II). Cette durée ne correspond pas au temps de consolidation de la pseudarthrose car il tient compte uniquement du temps jusqu'à la dernière cure sans s'intéresser à la durée d'union encore nécessaire après la cure. Le temps d'union est calculé comme suit :

$$\begin{aligned} & \text{Temps d'union de la pseudarthrose} \\ & = \\ & \text{Temps entre ostéosynthèse de la fracture et dernière cure de pseudarthrose} + 6 \text{ mois} \end{aligned}$$



| <i>Temps avant union de la pseudarthrose (en mois)</i> | | | |
|--|-----|-----|-----|
| 9m | 13m | 20m | 26m |
| 11m | 15m | 23m | 27m |
| 12m | 16m | 25m | 32m |
| 13m | 17m | 26m | 50m |

Graphique 4 : Temps avant l'union de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale dans l'échantillon CHUV (en mois).

Comme l'illustre le graphique 4, la médiane des temps de consolidation est de 18,5 mois alors que le temps moyen jusqu'à consolidation est de 21 mois.

Cas cliniques

Pseudarthrose non-infectée hypertrophique

Ce patient de 34 ans est victime d'un accident de la voie publique avec traumatismes multiples dont une fracture trifocale de la diaphyse fémorale. La fracture est stabilisée par un clou gamma qui ne stabilise pas le foyer de fracture de manière adéquate (image 4a). Les plaintes du patient et les examens radiologiques confirment une pseudarthrose hypertrophique qui est traitée par ORIF par plaque et greffe osseuse 11 mois après la fracture. Les suites opératoires se font sans complication et la guérison est obtenue 6 mois après cure (image 4b).

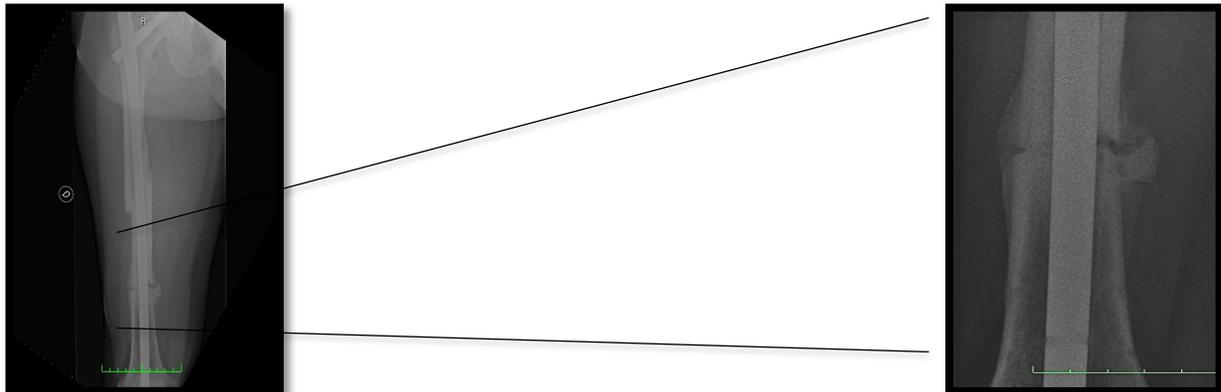


Image 4a : Fracture tri-focale de la diaphyse fémorale à 11 mois d'un clou gamma. Présence d'un cal osseux hypertrophique avec un trait de fracture toujours visible.

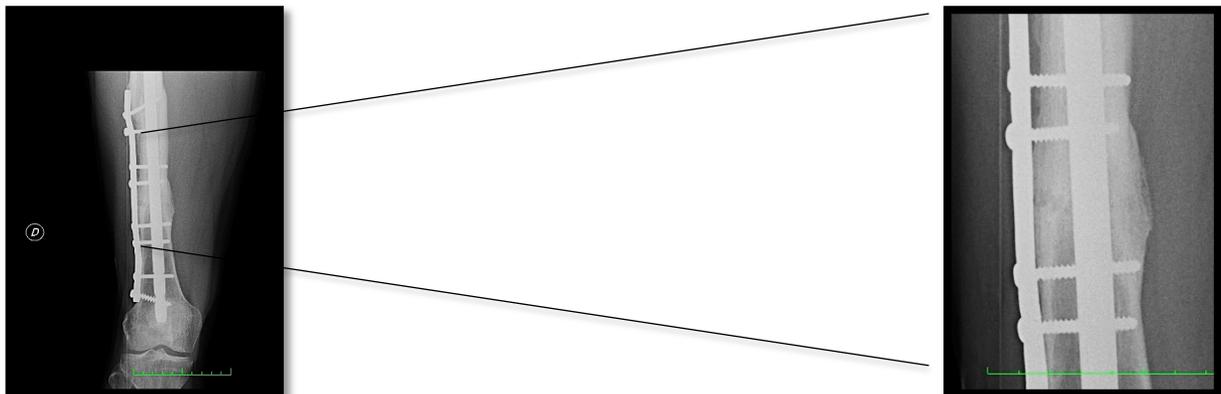


Image 4b : 6 mois après cure de pseudarthrose par ORIF et greffe de matrice osseuse déminéralisée, la fracture est consolidée.

Pseudarthrose non-infectée atrophique

Cette patiente de 63 ans est victime d'un accident de la voie publique au volant de sa moto. Elle subit une fracture bifocale du tiers moyen de la diaphyse fémorale gauche, ouverte de stade II selon Gustilo. L'ostéosynthèse se fait à l'aide d'un clou gamma. 7 mois après l'ostéosynthèse par enclouage, les radiographies de contrôle (image 4c) montrent une absence complète de cal osseux et même une certaine atrophie du foyer de fracture. Une cure de pseudarthrose est programmée. La cure consiste en une greffe d'os autologue et synthétique (Connexus®) ainsi qu'une réduction ouverte et fixation par plaque DCP 9 trous (images 4d et 4e). La pseudarthrose paraît consolidée après 16 mois (image 4e).

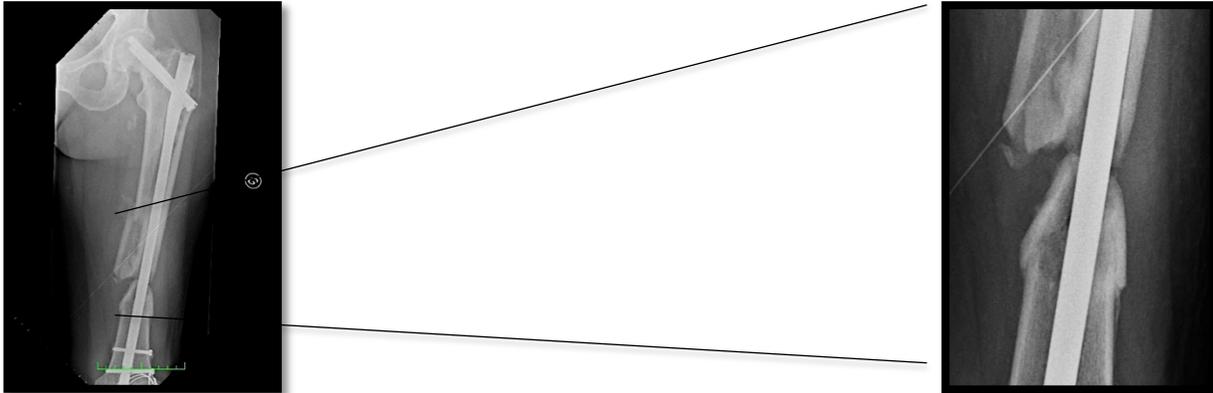


Image 4c : 6 mois après fracture bi-focale ouverte de stade II selon Gustilo du tiers moyen de la diaphyse fémorale traitée par enclouage centromédullaire.

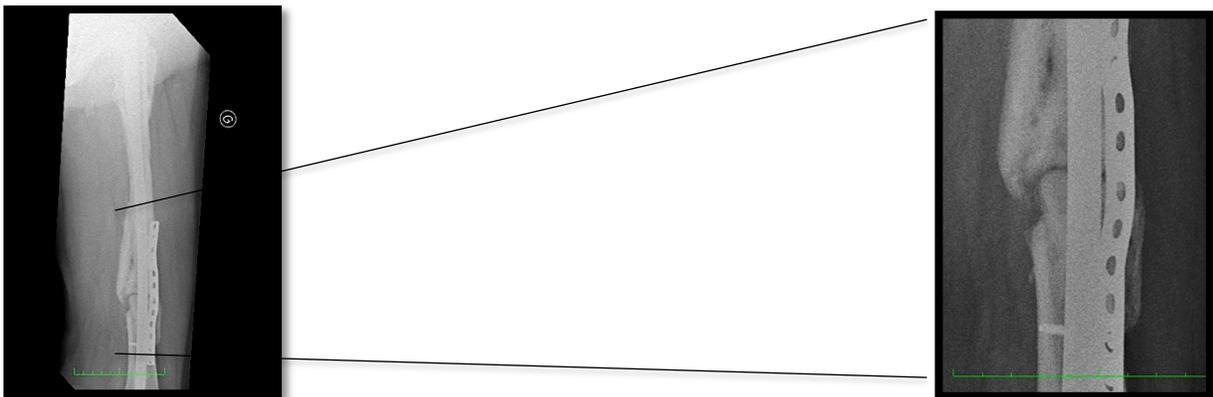


Image 4d : 6 mois après cure de pseudarthrose (ORIF par plaque + greffe osseuse autologue et synthétique), un certain remaniement osseux est visible radiologiquement sans pouvoir être considéré comme la consolidation de la pseudarthrose.

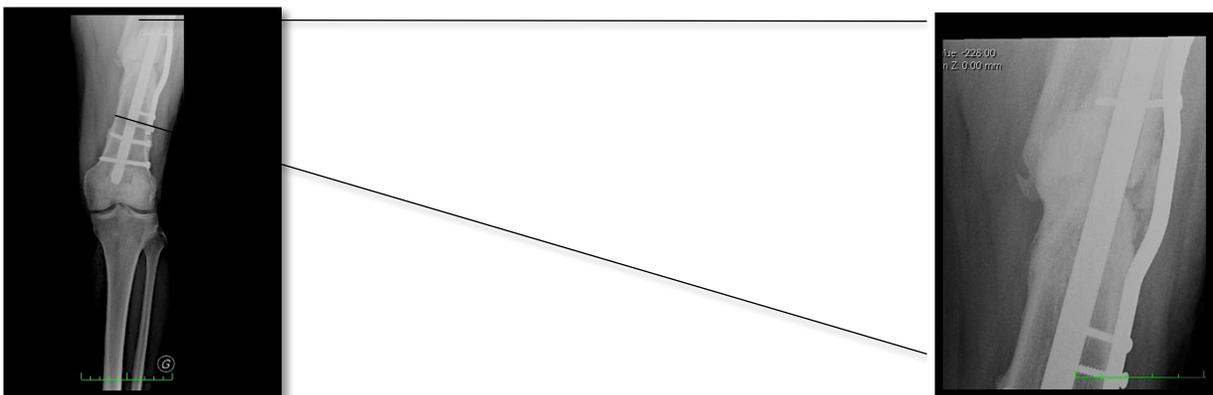


Image 4e : 16 mois après cure, la bonne évolution de la pseudarthrose est confirmée. L'union osseuse est atteinte.

Discussion

Fracture de la diaphyse fémorale et ostéosynthèse

La relation entre type de traumatismes et type de patient est conforme à ce que l'on retrouve dans la littérature en terme d'énergie du traumatisme. Les patients âgés de 60 ans et plus sont victimes pour la plupart (3 patients sur 7, dont 3 inconnus) de traumatismes à basse énergie, surtout des chutes de leur hauteur. Comme indiqué dans le tableau II, la population jeune de l'étude (jusqu'à 59 ans) est majoritairement victime de traumatismes à haute énergie comme les accidents de la voie publique ou les chutes de plusieurs mètres (7 patients sur 9, dont 1 inconnu).

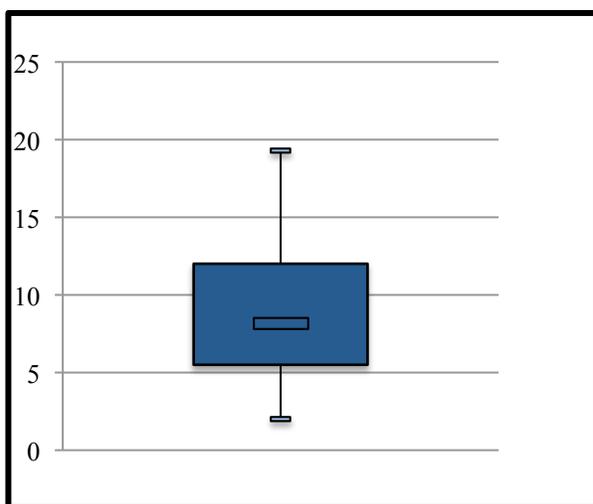
L'ostéosynthèse de la fracture est dans 11 cas sur 15 un enclouage centromédullaire (1 cas n'est pas connu). Cette technique, la plus fréquemment choisie dans l'échantillon de patient, est aussi la technique de choix dans les travaux de Lynch et al.¹³, Gelalis et al.¹⁷ ou Buijze et al.¹⁹

Les principaux avantages de l'enclouage sont la stabilité et la réduction de l'exposition du foyer de fracture. Dans un deuxième temps, il offre la possibilité de dynamiser le clou ou de l'échanger.

Pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Développement de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

La période post-opératoire au cours de laquelle se développe la pseudarthrose varie de manière importante comme l'illustre le graphique 2. La durée de développement de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale est calculée comme l'écart entre ostéosynthèse de la fracture et première cure de pseudarthrose.



| <i>Temps avant première cure de pseudarthrose (en mois)</i> | | | |
|---|----|-----|-----|
| 2m | 6m | 9m | 12m |
| 3m | 7m | 10m | 14m |
| 5m | 7m | 11m | 17m |
| 5m | 7m | 12m | 19m |

Graphique 2 : Temps entre ostéosynthèse de la fracture et première cure de pseudarthrose (en mois).

La durée médiane du développement de la pseudarthrose est de 8 mois alors que la durée moyenne est de 9 mois. 25% des patients du collectif sont repris dans une période de moins de 6 mois. La définition littéraire de la pseudarthrose dit qu'un délai d'au moins 6 mois doit s'être écoulé avant de poser le diagnostic de pseudarthrose.^{6, 7, 8, 10, 13} Cela signifie que d'un point de vue purement sémiologique, un quart des pseudarthroses de l'échantillon CHUV peuvent être considérées comme unions retardées à très haut risque d'évoluer en pseudarthroses. En effet, en pratique, certains signes cliniques et radiologiques suffisent au diagnostic de pseudarthrose et justifient dans certains cas une cure de pseudarthrose avant 6 mois.

La majorité des patients (9/16) sont repris dans une période allant de 6 à 12 mois. Cette durée correspond à ce qui est attendu en théorie. 19% des patients (3/16) sont repris pour la première cure après plus d'une année. La durée d'installation de la pseudarthrose correspond au temps que certains signes mettront pour se manifester et rendre la cure de pseudarthrose nécessaire (douleurs inhabituelles, signes radiologiques typiques).

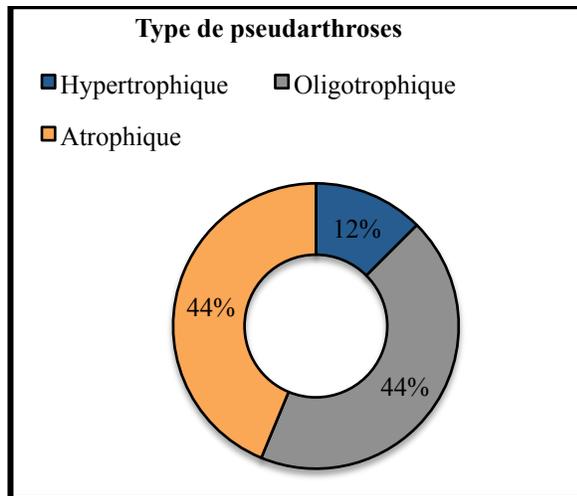
La diversité des temps avant cures mesurés dans l'échantillon conduit à la conclusion suivante : La pseudarthrose fait partie du diagnostic différentiel des douleurs à la charge inhabituelle, des débricollements de matériel orthopédique, des refractures ou des arrêts de l'évolution radiologique et cela déjà tôt dans la phase post-opératoire (2 mois au

minimum dans l'échantillon) autant qu'elle fait partie du diagnostic différentiel de ces problèmes à distance d'une ostéosynthèse de la diaphyse fémorale (19 mois au maximum dans l'échantillon).

Il n'y a pas de corrélation entre le temps avant reprise et l'âge du patient ou le type de fracture ou encore le type d'ostéosynthèse. La taille de l'échantillon est trop petite pour tirer des conclusions sur ces points-là.

Classification de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Les pseudarthroses sont classées selon leur vitalité et leur stabilité en pseudarthroses hypertrophiques, atrophiques ou oligotrophiques. La classification est présentée sur le graphique 5 :



Graphique 5 : Types de pseudarthrose parmi les patients de l'échantillon CHUV.

Les pseudarthroses de type purement hypertrophiques sont au nombre de 2 et les pseudarthroses atrophiques sont au nombre de 7. 7 autres pseudarthroses, considérées comme intermédiaires sont répertoriées sous la catégorie pseudarthroses oligotrophiques.

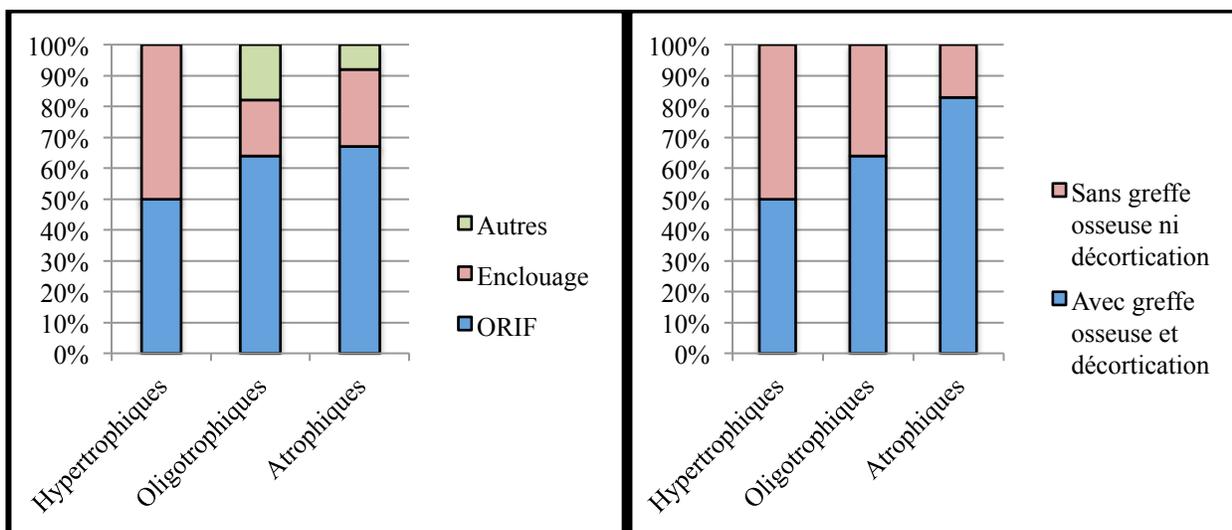
Cette répartition n'est pas comparable à celle que retrouve De Vries et al.²⁴ dans leur revue des pseudarthroses des fractures du tiers proximal de la diaphyse fémorale.

| Etudes | Pseudarthroses hypertrophiques | Pseudarthroses oligotrophiques | Pseudarthroses atrophiques |
|--|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| De Vries et al. 33 patients (fractures du tiers proximal de la diaphyse fémorale) | 14 | 14 | 5 |
| Echantillon CHUV 16 patients (fractures de la diaphyse fémorale) | 2 | 7 | 7 |

L'évaluation des types de pseudarthroses se fait en fonction des images radiologiques et leur interprétation peut varier selon l'expérience de l'observateur. Cela peut expliquer la différence de répartition entre les deux revues. La classification des pseudarthroses est primordiale puisqu'elle oriente le traitement vers un type de prise en charge plutôt qu'un autre.

Traitement chirurgical de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale

Type de cure et type de pseudarthrose sont liés et en théorie, à chaque type de pseudarthrose de la diaphyse fémorale correspond une cure. Les graphiques 6a et 6b illustrent ce lien. Le graphique 6a répertorie le mode de fixation selon le type de pseudarthrose. Le graphique 6b précise si l'intervention a été complétée par une technique ostéogénique ou non (greffe, décortication).



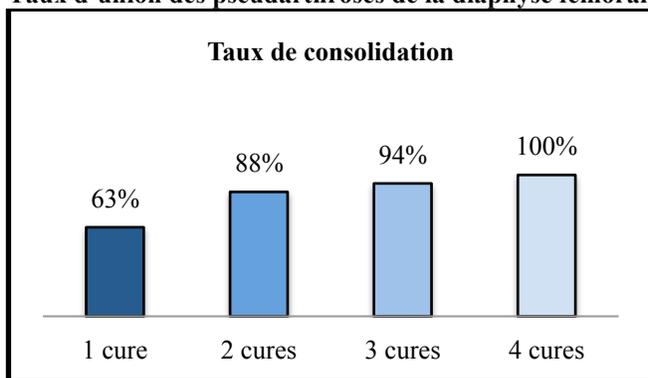
Graphiques 6a (à gauche) et 6b (à droite) : 6a : Méthodes de fixation mécanique selon le type de pseudarthrose. 6b : Proportion d'interventions avec et sans utilisation de techniques ostéogéniques.

Note : Autres = 1 cerclage + 1 résection de tête et col fémoraux chez 2 pseudarthroses oligotrophiques et 1 arthrodèse du genou chez 1 pseudarthrose atrophique.

Les pseudarthroses de type viable (hypertrophiques et oligotrophiques) sont majoritairement traitées par ORIF (50% et 63% respectivement). L'ostéosynthèse par plaque stabilise la pseudarthrose et une greffe osseuse permet de subvenir aux besoins osseux dans la moitié des cas environ (50% et 63% respectivement). Les pseudarthroses atrophiques sont traitées principalement par ORIF dans des proportions similaires aux autres types de pseudarthroses (67%).

La différence majeure en terme de prise en charge entre pseudarthroses avec et sans vitalité réside surtout dans la fréquence du recours aux moyens ostéogéniques qui sont plus souvent utilisés en cas de pseudarthrose atrophique (greffes homologues, autologues ou synthétiques et décortication). En effet, lors du traitement d'une pseudarthrose atrophique, des substituts osseux sont presque systématiquement utilisés afin de compenser le manque de réponse biologique des tissus avoisinants et permettre un remaniement osseux adéquat (83% des pseudarthroses atrophiques sont traitées avec des substituts osseux). Le recours très fréquent aux substituts osseux pour des cures de pseudarthroses atrophiques est validé par la majorité des articles scientifiques consacrés.^{13, 17, 19} La technique chirurgicale de stabilisation la plus souvent recommandée est la fixation par plaque après réduction ouverte sans ablation du clou centromédullaire.

Taux d'union des pseudarthroses de la diaphyse fémorale



Graphique 3 : Taux d'union des cures de pseudarthroses dans l'échantillon CHUV.

Comme illustré dans la section des résultats et dans le tableau I ci-dessous, le taux de consolidation obtenu après la première cure de pseudarthrose dans l'échantillon CHUV (63%) se situe dans la norme comparé aux résultats obtenus par d'autres revues scientifiques. Le taux d'union acquis après l'entier des cures est de 100% si l'on considère que la résection de la tête et du col fémoraux sur fracture du tiers proximal de la diaphyse fémorale de même que l'arthrodèse du genou sur fracture du tiers distal de la diaphyse fémorale sont des traitements avec atteinte de l'union.

| <i>Authors</i> | <i>Technique</i> | <i>Total cases</i> | <i>Union ; one surgery</i> | <i>Union ; greater than one surgery</i> |
|-------------------------|---|--------------------|----------------------------|---|
| Weber and Cech | Tension band plate, double plates, intramedullary nail | 134 (mixed) | No data | 131 of 134 (98%) |
| Oh et al | Noninterlocking, reamed intramedullary nailing, no bone graft | 15 | 15 of 15 (100%) | 15 of 15 (100%) |
| Okhotsky and Souvalyan | Noninterlocking, reamed intramedullary nailing, autogenous bonegraft only if obvious osteoporosis, all patient given anabolic steroids | 50 | No data | 50 of 50 (100%) |
| Heiple et al | Noninterlocking, reamed intramedullary nailing, : 10 of 25 autologous iliac crest bone graft, 25 of 25 reamings used for bone graft | 25 | 24 of 25 (96%) | 25 of 25 (100%) |
| Webb et al | Noninterlocking, reamed intramedullary nails ; 7 of 14 iliac crest bone graft | 105 | 97 of 101 (96%) | 101 of 101 (100%) |
| Kempf et al | Interlocking, reamed intramedullary nails ; 25 dynamic, 2 static ; 4 iliac crest bone graft | 27 | 25 of 27 (93%) | 27 of 27 (100%) |
| Cove et al | Infected nonunions : 6 external fixators, 4 wave plates, 2 blade plates, 1 reamed exchange nail ; all irrigation and debridement ; antibiotics and iliac crest bone graft | 13 | 8 of 13 (62%) | 12 of 13 (92%) |
| Cove et al | Aseptic nonunions : 21 plates (wave or blade, condylar screw), 3 reamed exchange nails ; 2 external fixators, 2 iliac crest bone graft ; 1 distal femoral allograft | 31 | 25 of 31 (81%) | 30 of 31 (97%) |
| Weresh et al | Interlocking, reamed intramedullary nails | 19 | 10 of 19 (53%) | 18 of 19 (95%) |
| Hak et al | Interlocking reamed intramedullary nails (8 cases dynamic interlocking) with compression or backslapping | 23 | 18 of 23 (78%) | 20 of 23 (87%) |
| Echantillon CHUV | Intramedullary nail, plate, ring, 13 of 16 bone grafts | 16 (mixed) | 10 of 16 (63%) | 16 of 16 (100%) |

Tableau I : Revue littéraire des pseudarthroses de la diaphyse fémorale : taux d'union après cure.²²

La taille de l'échantillon CHUV est trop réduite pour définir un type de pseudarthrose susceptible d'être plus à risque d'échec de consolidation qu'un autre.

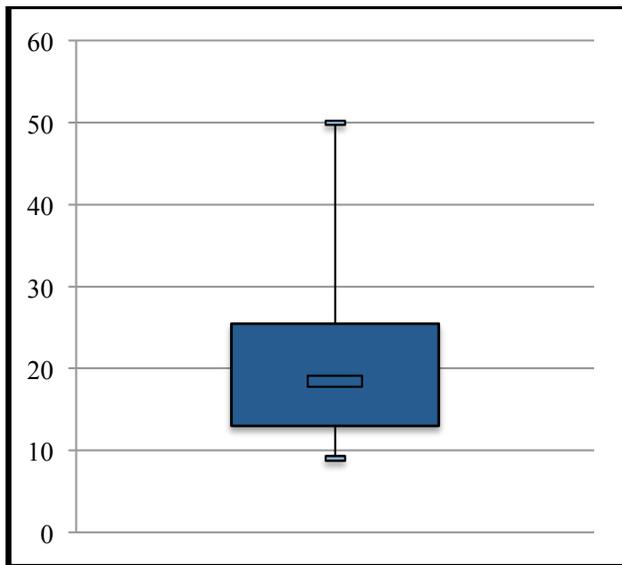
En revanche, 2 patients ont subi plus que 2 cures de pseudarthroses (un patient avec 3 cures et l'autre avec 4 cures) et ce sont les seuls de l'échantillon CHUV avec infection de pseudarthrose documentée (**MRSA + Enterococcus faecalis**). Les résultats obtenus dans cette revue, confirment le pronostic très défavorable des pseudarthroses infectées comparées aux pseudarthroses aseptiques (en terme de durée des symptômes en tout cas). Cette notion est décrite dans la littérature et approfondie par Finkemeier et al.²²

Temps d'union des pseudarthroses de la diaphyse fémorale

La durée totale de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale dépend principalement de deux paramètres :

- Le temps avant le diagnostic de pseudarthrose.
- Le temps de consolidation nécessaire après la dernière cure du traitement.

Le temps d'union osseuse est calculé pour l'ensemble du collectif CHUV comme étant de 6 mois après la dernière cure du traitement. La durée totale de pseudarthrose est donc une estimation relativement proche de la réalité sans toutefois être rigoureusement correcte. Le graphique 4 donne un aperçu du temps avant union, durée que l'on considère comme étant la durée de la pseudarthrose.



| | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 9m | 13m | 20m | 26m |
| 11m | 15m | 23m | 27m |
| 12m | 16m | 25m | 32m |
| 13m | 17m | 26m | 50m |

Graphique 4 : Durée totale de la pseudarthrose de la diaphyse fémorale dans l'échantillon CHUV (en mois).

88% des patients (14 patients sur 16) ont besoin d'au moins 1 an avant de pouvoir regagner une fonction du membre jugée acceptable et permettant l'arrêt du traitement. La moitié des patients de l'échantillon (8 patients sur 16) ont un temps de consolidation égal ou supérieur à 20 mois et plus du tiers des patients (6 patients) ont un temps d'union de 2 ans ou plus. Ces estimations démontrent à quel point les atteintes liées à une pseudarthrose de la diaphyse fémorale s'inscrivent dans la durée. Les plus invalidantes sont probablement :

- Les douleurs à la charge et la réduction de la mobilité
- L'inactivité professionnelle et le coût pour la société
- L'impact psychologique important des maladies chroniques

Conclusion

Les différentes conséquences d'une pseudarthrose de diaphyse fémorale contribuent grandement à réduire la qualité de vie du patient au mieux pendant longtemps, au pire pour toujours. L'approche du patient vis-à-vis de sa maladie étant tout à fait personnelle, il se peut que l'éventail des symptômes soit très différent d'un patient à l'autre mais la composante chronique de l'atteinte est commune.

De nos jours, il existe des interventions qui permettent de bien traiter la pseudarthrose de la diaphyse fémorale. Le défi représenté par cette intervention nécessite de comprendre les mécanismes qui entrent en jeu dans le développement et l'évolution d'une pseudarthrose (stabilité, biologie et infection). La pseudarthrose de la diaphyse fémorale a plusieurs étiologies et le chirurgien qui parvient à analyser correctement la pseudarthrose de son patient orientera son traitement vers une intervention plus susceptible de traiter cette complication.

Dans l'échantillon CHUV, l'union de la pseudarthrose est obtenue chez 14 patients sur 16, les 2 derniers patients bénéficient de traitements palliatifs, ce qui place le taux de réussite du traitement à 100%. Au delà de la réussite du traitement, la durée avant la consolidation est en moyenne de 20 mois (détails dans le graphique 4). Ce laps de temps très long justifie la poursuite des recherches dans ce domaine dans le but d'en réduire le temps de traitement.

Au CHUV, la prise en charge des patients avec pseudarthrose de la diaphyse fémorale est excellente en terme de résultats finaux. En revanche, il apparaît que la durée complète du traitement puisse probablement être encore diminuée. Afin de raccourcir le temps de prise en charge, il est primordial d'étroitement suivre les fractures enclouées et de les réopérer plus vite si le cal osseux n'est pas visible. Lors de l'opération, il faut apporter de la stabilité et des substituts osseux (DBM et éventuellement greffe prélevé au niveau du bassin) dans le but de réduire le traitement à une seule cure de pseudarthrose.

14 patients avec pseudarthrose aseptique ont tous été traités avec succès par une ou maximum deux interventions. 2 patients avec pseudarthrose septique subissent 7 cures de pseudarthrose à eux deux sur des durées comprises entre deux ans et demi et quatre ans. L'évolution extrêmement longue des patients avec pseudarthrose infectée confirme l'importance de documenter l'infection et le cas échéant de faire intervenir les infectiologues afin d'élaborer une antibiothérapie efficace. Les conséquences de l'infection rappellent l'importance de préserver le foyer de fracture stérile lors de chaque intervention.

En gardant la pseudarthrose comme diagnostic différentiel des fractures à mauvaise évolution et en choisissant le traitement le plus adéquat possible en cas de pseudarthrose, le taux d'union pourra être maintenu à un niveau extrêmement élevé et une diminution du temps d'union être envisagée.

Remerciements

Je fais part de ma reconnaissance et adresse mes sincères remerciements au Dr François Chevalley, PD-MER, tuteur de ce travail de master, dont les conseils avisés, la constante disponibilité et la clairvoyance en matière de rédaction furent à la fois une aide enrichissante et une importante source de motivation dans l'avancement de ce travail.

Tableaux des résultats

Tableau II

| Sexe, âge | Mécanisme de fracture | Type de fracture | Type d'ostéosynthèse | Temps avant première cure de pseudarthrose | Etiologie probable de la pseudarthrose |
|---|------------------------|--|---------------------------------------|--|---|
| M, 34 | AVP | Fracture tri-focale fermée des tiers moyen et distal de la diaphyse | Clou gamma | 11m | Manque de stabilité du foyer de fracture sur clou gamma. |
| M, 29 | AVP | Fracture comminutive du tiers moyen de la diaphyse | Clou gamma | 6m | Union retardée avec vitalité du foyer de fracture réduite mais pas absente. |
| M, 21 | AVP | Fracture oblique courte du tiers moyen de la diaphyse | Clou T2 Stryker verrouillé | 9m | Manque de stabilité d'un fragment osseux au niveau du foyer de fracture. |
| M, 57 | AVP | Fracture per- et sous-trochantérienne | Clou gamma + cerclage | 19m | Manque de vitalité et rupture du matériel d'ostéosynthèse. |
| F, 63 | AVP | Fracture bi-focale du tiers moyen de la diaphyse | Clou gamma | 7m | Vitalité du foyer de fracture insuffisante possiblement sur syndrome de dénutrition. |
| M, 32 | AVP | Fracture bi-focale comminutive ouverte Gustilo stade I du tiers moyen de la diaphyse | Clou gamma | 12m | Reprise sur mauvaise réduction de la fracture. Suivi par retard de consolidation car vitalité du foyer de fracture insuffisante, possiblement sur hémorragie massive au moment de la réduction. |
| M, 57 | Chute d'une échelle | Fracture sous-trochantérienne | Clou gamma | 7m | Absence de consolidation en raison d'une vitalité du foyer de fracture insuffisante. |
| M, 40 | Accident professionnel | Fracture per- et sous-trochantérienne | Clou gamma | 12m | Manque de vitalité du foyer de fracture et stabilité incomplète du foyer de fracture se manifestant par une mobilité importante de celui-ci. |
| F, 87 | Chute de sa hauteur | Fracture spiroïde sous clou gamma du tiers distal de la diaphyse | ORIF + cerclage | 7m | Absence de consolidation en raison d'une vitalité du foyer de fracture insuffisante. |
| F, 90 | Chute de sa hauteur | Fracture sous-trochantérienne | Clou gamma + cerclage | 5m | Absence de consolidation en raison d'une vitalité du foyer de fracture insuffisante. |
| M, 78 | Chute de sa hauteur | Fracture sus-intercondylienne | ORIF + cerclage | 5m | Absence de consolidation après débricolage de fracture en raison d'une vitalité du foyer de fracture insuffisante. |
| F, 58 | Post radio/chimio | Fracture sous-trochantérienne | Clou T2 Recon + ORIF + cerclage + DBM | 17m | Vitalité du foyer de fracture déficiente en raison de facteurs de risque généraux importants et localement à une radiothérapie. |
| F, 33 | Inconnu | Fracture comminutive du tiers moyen de la diaphyse | Clou de type X | 3m | Probable instabilité du foyer de fracture au vu des examens radiologiques. |
| F, 62 | Inconnu | Fracture pertrochantérienne | Clou gamma | 10m | Possible insuffisance de vitalité du foyer de fracture et possible instabilité du foyer de fracture. |
| F, 70 | Inconnu | Fracture péri-prothétique-PTH du tiers distal de la diaphyse | Intervention X | 2m | Vitalité du foyer de fracture déficiente en raison de facteurs de risque généraux importants et infection récurrente à MRSA . |
| F, 82 | Inconnu | Fracture peri-prothétique PTH du tiers proximal de la diaphyse | ORIF | 14m | Vitalité du foyer de fracture déficiente due à une infection récurrente à Enterococcus faecalis . |
| 8F, 8H Âge moyen : 56 | | | | Durée moyenne : 9,0 mois | |

Tableau II : Caractéristiques de la fracture initiale avec type de prise en charge, durée avant la première cure de pseudarthrose et hypothèse concernant l'étiologie de la pseudarthrose.

Tableau III

| Type de pseudarthrose | Type d'ostéosynthèse de la fracture initiale | Méthode de fixation mécanique des cures de pseudarthrose (1. 1 ^{ère} cure, 2. 2 ^{ème} cure, 3. 3 ^{ème} cure, etc.) | Temps entre réduction initiale de la fracture et dernière cure de pseudarthrose / Temps estimé d'union de la pseudarthrose (= temps avant dernière cure + 6 mois) | Nombre de cure(s) de pseudarthrose | Type de greffe osseuse effectué au cours des cures (1. 1 ^{ère} cure, 2. 2 ^{ème} cure, 3. 3 ^{ème} cure, etc.) | Opération pour complication post cure de pseudarthrose (AMO pas pris en compte) | Age |
|---|--|---|---|------------------------------------|---|---|------------|
| Hypertrophique | Clou Gamma | ORIF | 11m / 17m | 1 | DBM | | 34a |
| Hypertrophique | Clou T2 Stryker | Clou T2 Stryker dynamique | 9m / 15m | 1 | | | 21a |
| Mixte - Oligotrophique | Clou Gamma | ORIF | 6m / 12m | 1 | Autologue + DBM | | 29a |
| Mixte - Oligotrophique | Clou Gamma | ORIF | 19m / 25m | 1 | DBM | | 57a |
| Mixte - Oligotrophique | Clou Centromédullaire verrouillé | Cerclage | 3m / 9m | 1 | DBM | | 33a |
| Mixte - Oligotrophique | Clou Gamma | 1. Clou Gamma 2. ORIF + Ostéotomie | 21m / 27m | 2 | 1. Greffe synthétique X 2. Greffe autologue + DBM | | 40a |
| Mixte - Oligotrophique, Septique | ORIF | 1. ORIF 2. ORIF, 2 plaques 3. ORIF + PTH | 20m / 26m | 3 | | | 81a |
| Mixte - Oligotrophique | Clou Gamma | Résection tête et col fémoral | 10m / 16m | 1 | | | 62a |
| Mixte - Oligotrophique | ORIF | 1. Clou rétrograde T2 2. ORIF, 2 plaques + PTG | 20m / 26m | 2 | 1. DBM 2. Autologue + DBM | | 78a |
| Atrophique | Clou Gamma | ORIF | 7m / 13m | 1 | DBM | Protrusion vis céphalique clou gamma | 63a |
| Atrophique | Clou Gamma | 1. Clou gamma 2. ORIF | 14m / 20m | 2 | 1. Autologue + DBM 2. DBM | | 32a |
| Atrophique | ORIF | Clou rétrograde d'arthrodèse tibiale | 7m / 13m | 1 | Autologue + DBM | | 87a |
| Atrophique | Clou Gamma | ORIF | 5m / 11m | 1 | Homologue spongieux + DBM | | 90a |
| Atrophique | Clou Gamma | 1. Clou Gamma. 2. ORIF | 44m / 50m | 2 | 1. Autologue + DBM 2. DBM + Homologue spongieux | | 57a |
| Atrophique, Septique | Inconnu | 1. ORIF 2. ORIF, 2 plaques 3. ORIF, 2 plaques 4. Arthrodèse | 26m / 32m | 4 | 1. Greffe X 3. DBM + Homologue spongieux | Protrusion vis d'arthrodèse | 70a |
| Atrophique | Clou Recon + ORIF | ORIF | 17m / 23m | 1 | DBM + Homologue spongieux | | 58a |
| Moyenne : | | 25 interventions | 15m / 21m | 1,56 | 13/16 patients avec greffe osseuse. 18/25 cures avec greffe osseuse | | 56a |

Tableau III : Classification de la pseudarthrose, temps avant union et précisions sur les cures ainsi que leurs possibles complications.

Bibliographie

1. Rune Hedlung, Urban Lindgren, Epidemiology of diaphyseal femoral fracture, *Acta Orthop. Scand* (1986), 57, 423-427.
2. National data of 6409 Swedish inpatients with femoral shaft fractures: Stable incidence between 1998 and 2004, Rudiger J. Weiss, Scott M. Montgomery, Zewar Al Dabbagh, Karl-Ake Jansson, *Injury, Int. J. Care Injured* 40 (2009) 304–308.
3. S J Fogerty, P V Giannoudis, Fractures of the femoral shaft, *Surgery, Orthopaedic* (2007), 25:10 430-433.
4. J P Bridgens, D L Douglas, Fractures of the femoral shaft, *Surgery, Lower limb trauma* (2003), 225-227.
5. Christopher Tzioupis, Peter V. Giannoudis, Prevalence of long-bone non-unions, *Injury, Int. J. Care Injured* (2007), 38S, S3-S9.
6. Jan Paul M. Frölke, Peter Patka, Definition and classification of fracture non-unions, *Injury, Int. J. Care Injured* (2007), 38S, S19-S22.
7. Megas Panagiotis, Classification of non-union, *Injury, Int. J. Care Injured* (2005), 36S, S30-S37.
8. Thomas P Rüedi, Richard E Buckley, Christopher G Moran, *AO principles of fracture management, volume 1-Principles*.
9. Peter V. Giannoudis and Roger Atkins, Management of long-bone non-unions, *Injury, Int. J. Care Injured* (2007), 38S, S1-S2.
10. Elizabeth G. Loba, Gary S. Beaupré, Dennis R. Carter, Mechanobiology of initial pseudarthrosis formation with oblique fractures, *Journal of Orthopaedic Research* (2001), 19, 1067-1072.
11. Thomas P Rüedi, Richard E Buckley, Christopher G Moran, *AO principles of fracture management, volume 2-Specific fractures*.
12. G. M. Calori, W. Alibisetti, A. Agus, S. Lori, L. Tagliabue, Risk factors contributing to fracture non-unions, *Injury, Int. J. Care Injured* (2007), 38S, S11-S18.
13. Joseph R. Lynch, MD, Lisa A. Taitsman, 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.
14. Roger M. Atkins, Principles of management of septic non-union of fracture, *Injury, Int. J. Care Injured* (2007), 38S, S23-S32.
15. Daniel J. Crowley, Nikolaos K. Kanakaris, Peter V. Giannoudis, Femoral diaphyseal aseptic non-unions : Is there an ideal method of treatment?, *injury, Int. J. Care Injured* (2007), 38S, S55-S63.
16. N. K. Kanakaris, Peter V. Giannoudis, The health economics of the treatment of long-bone non-unions, *injury, Int. J. Care Injured* (2007), 38S, S77-S84.
17. Ioannis D. Gelalis, Angelos N. Poilitis, 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* (2011).
18. M. el Mounni, 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* (2009), 40S, S205-S208.

19. Geert A. Buijze, MD, Shawn Richardson, BA, and Jesse B. Jupiter, MD, Successful reconstruction for complex malunions and nonunions of the tibia and femur, *The Journal of Bone and Joint Surgery* (2011), 93, 485-92.
20. Michael W. Chapman, MD, and Christopher G. Finkemeier, MD, Treatment of supracndylar nonunions of the femur with plate fixation and bone graft, *The Journal of Bone and Joint Surgery* (2009), 81-A, 1217-1228.
21. J. A. Cove, D. W. Lhowe, J. B. Jupiter, J. M. Siliski, The management of femoral diaphyseal nonunions, *Journal of Orthopaedic Trauma* (1997), 11, 513-520.
22. Christopher G. Finkemeier, MD, Michael W. Chapman, MD, Treatment of femoral diaphyseal nonunions, *Clinical Orthopaedics and Related Research* (2002), 398, 223-234.
23. Christian Zeckey, Philipp Mommsen, Hagen Andruszkow, Christian Macke, Michael Frink, Timo Stübig, Tobias Hüfner, Christian Krettek and Frank Hildebrand, The aseptic femoral and tibial shaft non-union in healthy patients – An analysis of the health-related quality of life and the socioeconomic outcome, *The Open Orthopaedics Journal* (2011), 5, 193-197.
24. Treatment of subtrochanteric nonunions, Jasper S. de Vries, Peter Kloen, Oliver Borens, René K. Marti, David L. Helfet, *Injury, Int. J. Care Injured* (2006) 37, 203—211.
25. Nonunions of fractures of the proximal and distal thirds of the shaft of the femur, Zickel RE, *Instr Course Lect* 1988; 37, 173-179.
26. *Traumatologie de poche*, E. Moushine et al., 2008.
27. Incidence of hip fractures in Greece during a 30-year period: 1977–2007, G. P. Lyritis, S. Rizou, A. Galanos, P. Makras, *Osteoporosis International*, october 2012.