



RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DIAPHYSAIRES DE L'HUMERUS

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur SOUMARE BOUBACAR C

Né le 19/08/1985

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

OPTION : TRAUMATOLOGIE ORTHOPEDIE

Sous la direction du Professeur FAWZI BOUTAYEB

Session Juillet 2020

PLAN

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

INTRODUCTION ET OBJECTIFS -----	6
GENERALITES -----	10
I. Rappel anatomique -----	11
1. Ostéologie -----	11
2. Les muscles du bras (Myologie) -----	11
A. Groupe musculaire antérieur du bras -----	11
B. Groupe musculaire postérieur du bras -----	12
3. La vascularisation du bras -----	12
A. Le système périosté -----	12
B. Le système nourricier -----	12
4. Innervation -----	14
5. Particularités anatomiques -----	15
II. Processus de réparation osseuse -----	17
1. Processus de réparation de l'os cortical chez l'adulte au cours du traitement orthopédique (consolidation naturelle) -----	17
2. Processus de réparation de l'os cortical chez l'adulte au cours du traitement chirurgical -----	21
III. Anatomopathologie -----	24
1. a. Macroscopie -----	24
2. Microscopie -----	24
IV. Diagnostic positif de la pseudarthrose aseptique de la diaphyse humérale -----	27
A. La clinique -----	27
1. L'interrogatoire -----	27
2. L'examen clinique -----	28
B. La radiologie -----	29
1. La radiographie standard montre -----	29
2. L'artériographie montre -----	29

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

3. 3. La scintigraphie au technétium montrera -----	29
4. La radiographie standard montre -----	29
5. La scintigraphie au technetium -----	29
6. L'artériographie -----	30
V. Thérapeutique -----	31
1. Buts du traitement -----	31
2. Principes du traitement -----	31
3. La Conduite du traitement -----	32
A. Les moyens de contention du foyer de pseudarthrose -----	32
B. Les moyens de stimulation de l'ostéogenèse -----	37
1. Les greffes osseuses -----	37
2. Les Autogreffes Osseuses -----	40
3. La décortication ostéo-musculaire (D.O.M) -----	46
4. Les allogreffes -----	52
5. Autres -----	52
C. Les indications thérapeutiques dans les pseudarthroses de l'humérus-----	54
MATERIELS ET METHODE -----	59
RESULTATS -----	66
DISCUSSION -----	73
CONCLUSION -----	78
RESUME -----	80
BIBLIOGRAPHIE -----	82

Abréviations

ATCD	: antécédent
HTA	: hypertension artérielle
AVP	: accident de la voie publique
INF	: inférieur
MOY	: moyen
SUP	: supérieur
PV	: plaque vissée
GO	: greffe osseuse
AMO	: ablation du matériel d'ostéosynthèse
DOM	: décortication ostéomusculaire
ECMV	: enclouage Centro médullaire verrouillé
GCS	: greffe cortico spongieuse

INTRODUCTION ET OBJECTIFS

INTRODUCTION

La pseudarthrose compte parmi les complications les plus difficiles à traiter pour le chirurgien orthopédiste, en particulier, si elle se complique de perte de substance ou d'infection. Le choix de la thérapeutique devra être guidé par la localisation, le type de lésion et l'importance de la perte osseuse.

La pseudarthrose d'une fracture peut se définir par l'arrêt de tout processus de consolidation sans union osseuse véritable (d'où, la dénomination de «non-union» dans la littérature anglophone). En dehors d'une perte osseuse importante, on ne parle pas de pseudarthrose avant un délai de 6 à 8 mois après la fracture initiale. Cet état était, avant l'avènement de la radiologie, estimé cliniquement par la persistance de douleurs, mais surtout par l'appréciation d'une mobilité résiduelle dans le foyer de fracture par le chirurgien (1). De nos jours, la pseudarthrose est définie par l'absence de tout cal osseux radiologiquement significatif.

Les fractures de la diaphyse humérale sont relativement rares, puisqu'elles représentent moins de 2 % des fractures diaphysaires des os longs [2]. Leur prise en charge doit être spécifique et adaptée aux caractéristiques biomécaniques de cet os [3]. Quels que soient les traitements institués, il semble exister un taux quasi incompressible d'évolution vers la pseudarthrose [4]. En témoigne un taux de 8 à 12% de non union rapporté dans la littérature faisant de l'humerus de l'humerus l'un des premiers sites de non consolidation des os longs.(5) La prise en charge chirurgicale doit être codifiée. Face à cette complication « classique » des fractures diaphysaires d'humerus, il existe aujourd'hui un panel de possibilités thérapeutiques varié [6].

Les pseudarthroses diaphysaires aseptiques (PDA) constituent toujours un

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

problème d'actualité. Elle reste une affection sérieuse par les séquelles fonctionnelle surtout articulaires, un important retentissement économique et socioprofessionnelle entraînent des arrêts de travail. Les principes du traitement reposent sur une ostéosynthèse stable–apport osseux selon les cas. Le caractère aseptique : se définit par des éléments: clinique, radiologique et biologique.

OBJECTIFS :

Objectifs généraux :

Evaluer le résultat du traitement chirurgical des pseudarthroses aseptiques de l'humérus.

Objectifs spécifiques :

Comparer et confronter nos résultats aux données de la littérature.

GENERALITES

I. Rappel anatomique :

1. Ostéologie :

L'humérus, os du bras, présente un certain nombre de particularités. C'est un GYVC os long, unique, interposé entre deux articulations très mobiles l'omoplate en haut, le cubitus et le radius en bas. Il présente comme tous les os longs un corps ou diaphyse (qui nous intéresse dans cette étude), et deux extrémités réunies au corps par deux segments : le col chirurgical en haut, la palette humérale en bas.

Le corps ou diaphyse, est à peu près rectiligne. Il paraît cependant légèrement tordu sur son axe vers sa partie moyenne. Il est irrégulièrement cylindrique en haut et prismatique triangulaire en bas, ce qui permet de lui décrire trois faces et trois bords. [7]

2. Les muscles du bras (Myologie) :

Les muscles du bras sont répartis en deux groupes : l'un antérieur, constitué par les fléchisseurs, l'autre postérieur constitué par les extenseurs. Ces deux groupes musculaires sont séparés par une cloison ostéo-aponévrotique formée au milieu par l'humérus et de chaque côté par des lames fibreuses transversales, les cloisons intermusculaires interne et externe, qui s'étendent des bords interne et externe de l'humérus aux parties correspondantes de la face profonde de l'aponévrose brachiale [8]

A. Groupe musculaire antérieur du bras :

Le groupe antérieur comprend trois muscles : le biceps, le brachial antérieur et le coraco-brachial. Ces trois muscles sont disposés sur deux plans, l'un superficiel, l'autre profond.

B. Groupe musculaire postérieur du bras :

Le groupe musculaire postérieur est représenté par le triceps brachial :

Ce muscle occupe la région postérieure du bras et s'étend de l'omoplate et de l'humérus à l'olécrane. Il est divisé en haut en trois portions distinctes. L'une d'elles la plus longue, s'étend jusqu'à l'omoplate ; c'est la longue portion du triceps, les autres, appelée vaste interne et vaste externe s'insèrent sur l'humérus.

3. La vascularisation du bras : [9]

Elle est assurée par deux systèmes : Le système périosté et le système nourricier.

A. Le système périosté:

Il s'étend sur toute la hauteur de la diaphyse. Les artéριοles constituent les mailles d'un important réseau artériel qui semble moins dense dans une zone située environ entre la moitié supérieure de la diaphyse et son quart inférieur.

B. Le système nourricier :

Avec une artère principale qui provient de l'artère humérale profonde et qui aborde l'os à la partie moyenne de sa corticale interne puis se divise en une branche ascendante et une branche descendante.

Les Artères :

L'artère humérale et les branches collatérales qu'elle émet assurent la vascularisation artérielle du bras. L'artère humérale : elle est située dans la région antérieure du bras et du coude. Elle s'étend du bord inférieur du grand pectoral où elle fait suite à l'axillaire jusqu' au pli du coude où elle se divise en deux branches terminales, la radiale et la cubitale. L'artère humérale est à peu près rectiligne et légèrement oblique en bas et en dehors. Son trajet est représenté par une ligne

menée du sommet du creux de l'aisselle au milieu du pli du coude.

Branches collatérales : l'artère humérale émet de nombreuses petites collatérales musculaires et cinq branches principales qui sont :

- la branche deltoïdienne
- l'artère nourricière de l'humérus
- la collatérale externe en humérale profonde
- la collatérale interne supérieure
- la collatérale interne inférieure

Les veines : Il s'agit :

- Des veines profondes, satellites des artères. Elles ont la même direction, le même trajet, les mêmes rapports musculaires et aponévrotiques que les artères correspondantes. Elles sont au nombre de deux par artère et portent le même nom que l'artère correspondante. Il existe donc 2 veines radiales, 2 veines ulnaires. Seule l'artère axillaire n'est accompagnée que par un tronc veineux : la veine axillaire.
- Des veines superficielles du bras.
- La face antérieure du bras est parcourue par les veines basilique et céphalique.

Les lymphatiques : Se distinguent en vaisseaux superficiels et profonds. Tous les troncs lymphatiques superficiels gagnent la face antérieure du bras et les lymphatiques sont satellites des gros vaisseaux sanguins.

4. Innervation:

Le membre supérieur est entièrement innervé par les branches du plexus brachial en général et le bras en particulier. Il se termine en sept branches qui vont traverser le bras.

- a. **Le nerf circonflexe** : se dirige obliquement en bas, en dehors et en arrière, décrivant un trajet semi hélicoïdal autour du col chirurgical de l'humérus.

A la loge antérieure :

- b. **le nerf médian** : satellite de l'artère humérale, il la pré-croise en « X » allongé, externe en haut, il devient interne en bas.

- c. **Le nerf radial** : Le trajet :

Le tronc secondaire postérieur du plexus brachial, après avoir donné le nerf circonflexe, se poursuit au niveau du bras en donnant le nerf radial, lequel constitue la branche la plus volumineuse du plexus brachial. Ses fibres nerveuses naissent des 5ème, 6ème, 7ème et 8ème racines cervicales et parfois de la 1ère racine dorsale (10%).

- d. **Le nerf cubital** : Interne à l'artère à l'entrée du canal, il lui devient postérieur. Il quitte la loge antérieure à l'union du tiers supérieur/deux tiers inférieur du bras et passe dans la loge postérieure.

- e. **Le nerf musculo-cutané** :

Descend après avoir perforé le coraco-brachial entre biceps et brachial antérieur, en dehors de l'artère.

- f. **Le nerf brachial cutané interne et son accessoire** : Internes à l'artère, ils deviennent vite superficiels.

A la loge postérieure : La partie supérieure, après avoir donné ses branches

destinées à la région, le nerf radial avec l'artère humérale passent dans la gouttière bicipitale en perforant la cloison intermusculaire externe.

5. Particularités anatomiques :

a. Le canal médullaire [10-11-12] :

En raison des implications chirurgicales, il faut rappeler que la diaphyse humérale est vrillée sur son axe, de section cylindrique dans sa partie proximale, elle devient prismatique est triangulaire à sa partie distale. La cavité médullaire voit son diamètre augmenter de bas en haut de 17 à 18 mm au tiers supérieur, de 11 à 12 mm au tiers moyen et de 8 à 9 mm au tiers inférieur chez l'homme adulte. (10)

L'aspect de la cavité médullaire de l'humérus permet donc de montrer que celle-ci ne revêt pas la forme classique en sablier symétrique des diaphyses fémorale et tibiale, mais bien celle d'un entonnoir dont le grand diamètre proximal contraste avec l'étroitesse de sa portion distale. Le profil moyen de la cavité médullaire revêt la forme d'un S très allongé avec une concavité distale antérieure assez marquée. Ce S n'est pas frontal, mais inscrit dans un plan oblique en arrière et en dedans, correspondant en fait à l'axe de la rétroversion de la tête humérale (11).

b. Le nerf Radial : [12.13.14]

Les rapports du nerf radial avec la diaphyse humérale le rendent très vulnérable dans les fractures du tiers moyen et Inférieur. (12) Il ne faut pas négliger le risque iatrogène sur le nerf radial : les manipulations laborieuses du foyer pour obtenir la réduction, les fausses routes, l'augmentation de la comminution ou le déplacement de fragments intermédiaires. En cas de paralysie contemporaine de la fracture, beaucoup contre-indiquent le clou, car la position précise du nerf radial ne peut être établie (13).

Le verrouillage distal percutané peut s'avérer dangereux menaçant le nerf radial dans la moitié distale par une vis frontale, on peut se protéger par une pince dissociant les masses musculaires pour placer puis bloquer contre la corticale externe la douille de visée qui protégera ainsi le nerf de la mèche. Un abord à minima contrôlant le nerf reste la méthode pourrait être la plus sûre.

Ce risque latéral justifie pour certains (15) une visée plutôt antéropostérieure au travers du biceps et du brachial, le paquet vasculo-nerveux étant plus en dedans de cet axe dans le sillon bicipital médial.

c. Anatomie chirurgicale : [16]

La diaphyse humérale peut être divisée en trois zones. Le 1/3 proximal comporte un os compact triangulaire à la coupe avec un canal médullaire large; de 17mm à 18mm de diamètre environ. Le deltoïde couvre sa surface antérolatérale et le vaste latéral sa face postérieure. La face antéro-médiale reçoit les tendons du grand dorsal et du grand rond. L'accès aux surfaces corticales est ainsi barré par de larges insertions musculaires ainsi que le paquet vasculo-nerveux brachial en dedans, et seule la face antéro-médiale et le bord antérieur restent accessibles à une ostéosynthèse directe au prix d'une désinsertion du tendon du muscle grand pectoral, sans désinsérer le muscle deltoïde de son attache distale.

Les dangers neurologiques sont faibles et ne concernent que le nerf axillaire en cas de mise en place de vis proximales d'un clou intra médullaire antérograde. Le 1/3 moyen est celui du nerf radial qui croise toute la face postérieure de la diaphyse en se glissant entre les insertions des muscles vastes latéral et médial. La cavité médullaire mesure 11 à 12 mm circonscrite par une corticale postérieure légèrement convexe, la face antéro-externe donnant insertions aux muscles brachial et brachioradial, or la face antéro-médiale plane donne insertion au coracobrachial et

au brachial ; son accès médial est situé sur le trajet du pédicule vasculo-nerveux.

Au 1/3 inférieur l'humérus est constitué d'un os compact épais autour d'une cavité médullaire étroite (8.5mm à 9mm), avec des bords très marqués limitant des faces étroites sur lesquelles s'insèrent le vaste médial dans la loge postérieure le brachial dans la loge antérieure. Seule la face postérieure est plane et lisse. Le nerf radial est antéro-latéral ; le pédicule vasculaire, le nerf médian et le nerf ulnaire sont internes.

Au total, si les trois faces sont accessibles à une ostéosynthèse directe, en réalité seule la face postérieure ne présente pas de danger neurologique. L'étroitesse du canal médullaire distal rend difficile l'enclouage disto proximal et la descente d'un clou antérograde.

II. Processus de réparation osseuse:[17]

La consolidation osseuse est un processus qui aboutit à la réparation du tissu osseux après une fracture, une ostéotomie, une arthrodèse ou une greffe osseuse.

1. Processus de réparation de l'os cortical chez l'adulte au cours du traitement orthopédique (consolidation naturelle) :

Il se réalise en quatre stades : l'hématome qui aboutit au tissu de granulation, le cal mou ou primaire, le cal dur puis le remodelage.

L'hématome fracturaire est issu des extrémités osseuses et des tissus mous environnants. Il acquiert un pouvoir ostéogénique vers le quatrième jour c'est-à-dire qu'il est capable de former de l'os même lorsqu'au cours d'expérimentation celui-ci est transplanté dans un muscle. Une réaction inflammatoire locale s'installe en quelques heures dans les tissus péri-fracturaires ; des histiocytes et des macrophages apparaissent afin de détruire les débris et des ostéoclastes érodent les

surfaces osseuses.

Il existe donc un processus complexe qui va être déclenché immédiatement après la fracture mais dont le signal est encore inconnu. Ce processus recrute des cellules précurseurs, les multiplie, assurent leur différenciation en ostéoblastes, ostéoclastes, fibroblastes, contrôle la minéralisation, le remodelage puis le modelage.

Le recrutement de cellules précurseurs des ostéoblastes s'effectue durant les premières heures par les phénomènes d'induction ostéogénique. Les cellules précurseurs sont des cellules non ostéoformatrices qui développent un potentiel ostéogénique en présence d'un stimulus approprié, dans la moelle osseuse et la couche profonde du périoste. Les ostéoclastes dérivent de cellules souches multipotentielle hématoïétiques présentes dans la moelle osseuse. Ces cellules précurseurs vont migrer vers le foyer de fracture grâce à des facteurs chimiotactiques libérés par les cellules nécrotiques du foyer. Les cellules du foyer entraînent la prolifération des cellules précurseurs par libération de substances mitogènes telles que platelet-derived growth factor (PDGF) et transforming growth factor beta (TGF). Les cellules précurseur ainsi proliférées vont se différencier grâce à des facteurs ostéoinducteurs chimiques et physiques. Parmi les facteurs chimiques ostéo-inducteurs, facteurs de croissance, l'on compte le PDGF, TGF, Bonemorphogenetic proteins (BMP), Fibroblast growth factors (FGF) et Insulin-like growth factors (IGF). Les facteurs ostéoinducteurs physiques sont les contraintes mécaniques telles que les mouvements du foyer de fracture et la variation de potentielles électrocinétiques (développés plus loin) de l'os qui augmentent avec l'intensité des contraintes mécaniques.

La transformation de l'hématome donne suite à un tissu de granulation. Il

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

s'agit d'un tissu fibro-vasculaire (différenciation en fibroblaste et formation de nouveaux vaisseaux) riche en collagène de type III. A cette phase, qui dure 2 à 3 semaines, les extrémités osseuses ne participent pas à la restauration.

Au stade de cal mou ou primaire : le périoste a pour rôle d'immobiliser le foyer ; situation indispensable à la minéralisation. Le cal mou apparaît sur les fragments osseux dans le décollement du périoste. Il va former un manchon souple et fusiforme.

Sous le périoste, les cellules précurseurs se sont déjà différenciées en deux types de lignées. La lignée ostéoblastique, à distance du foyer, élabore la substance ostéoïde qui contient des fibres collagènes de type I. La substance va se minéraliser progressivement, formant un manchon d'os immature qui va cesser de croître vers la sixième semaine. Une lignée de chondrocytes va se différencier au plus proche du foyer de fracture. Les chondrocytes vont former un anneau de cartilage se minéralise progressivement. A ce stade, les corticales ne participent pas à la formation du cal. En revanche la moelle osseuse est le lieu d'une ostéogenèse en bande située à la face interne de la corticale.

Le cal dur : est déterminé par la création d'un pont osseux immature inter fragmentaire et assure une solidarité mécanique entre les fragments. Au départ l'os immature est non orienté de type trabéculaire. Puis il va se transformer en os lamellaire primaire, c'est-à-dire que les ostéons sont orientés dans toutes les directions afin de rétablir une raideur idéale de l'os. Au bout de la huitième semaine, l'os lamellaire pénètre dans les extrémités fracturaires. A seize semaines l'os immature disparaît.

Le remodelage : se poursuit durant 18 mois et a pour but de rétablir une architecture histologique normale. Ce remodelage est réalisé par un dispositif

nommé Bonemodelizing unit (BMU). Le dispositif BMU comprend à son apex, des ostéoclastes forant l'os lamellaire primaire, suivis d'un capillaire et accompagnés d'ostéoblastes qui viennent successivement tapisser les parois du canal de résorption et créent une structure de type haversien en déposant l'os en lamelles concentriques. L'orientation de progression des BMU suit les contraintes mécaniques appliquées à l'os. En clinique, l'activité de résorption du site fracturaire confère à l'os un aspect porotique sur les radiographies. Cet aspect propre au remodelage apparaît après 4 semaines. Le modelage est une activité qui équivaut au remodelage de l'os cortical mais à l'échelle macroscopique. Il consiste en la résorption du cal externe et la restauration du canal médullaire. Il peut être complet chez l'enfant, il est partiel chez l'adulte. Les mécanismes du modelage ne sont pas bien connus.

Biomécanique du cal : Après la courte phase de formation du cal primaire, le périoste, les corticales et la médullaire vont participer à la formation du cal de manière diverse. Le périoste forme rapidement un cal relativement volumineux et immobilise le foyer de fracture. Le cal périosté peut combler une vaste surface de perte osseuse, il nécessite la présence de l'hématome et des tissus mous. Il est stimulé par une mobilité relative du foyer de fracture. La stabilité du foyer diminue sa capacité de formation. Au bout d'environ 6 semaine le cal périosté est fabriqué et le foyer est relativement stable; ce qui permet au cal cortical de se construire. Celui-ci a besoin d'une immobilité parfaite du foyer de fracture. C'est le cal médullaire, de formation lente qui va pénétrer l'intervalle entre les corticales. Il n'est pas très sensible à la mobilité du foyer de fracture.

Avantages / inconvénients du traitement orthopédique :

Il a l'avantage de ne pas entraîner de risque d'infection et minimise les risques de pseudarthrose. Il a pour désavantage le risque d'une réduction incomplète du

foyer de fracture et de déplacement secondaire exposant à un cal vicieux et donc un retentissement articulaire secondaire. L'immobilisation qui comprend l'articulation sus et sous-jacente induit des troubles trophiques et des raideurs articulaires nécessitant une rééducation longue.

2. Processus de réparation de l'os cortical chez l'adulte au cours du traitement chirurgical :

Le traitement par ostéosynthèse modifie le déroulement de la consolidation osseuse.

Ostéosynthèse par plaque : L'action la plus nocive de l'ostéosynthèse est l'ouverture du foyer de fracture. L'évacuation de l'hématome fracturaire, qui comprend les cellules précurseurs indifférenciées en cours de multiplication et les substances mitogènes puis les facteurs ostéo-inducteurs (BMP, TGF...), va ralentir de façon considérable la production du cal osseux. Il est cependant possible de prélever l'hématome en début d'acte et de le remettre en place autour du foyer avant fermeture. Les lésions du périoste qui accompagnent l'ostéosynthèse supprime la formation du cal périosté et entraîne un nouveau type de consolidation.

Les facteurs inducteurs mécaniques prennent alors une importance considérable. Dans la situation idéale, de laboratoire le plus souvent, où l'ostéosynthèse est franchement stable, la consolidation corticale ne passe pas par le stade de cal mou fibro-cartilagineux. Si le contact inter-fragmentaire est rendu parfait, comme ça peut être le cas avec la mise en place de plaques à compression, les têtes foreuses des BMU vont passer directement le foyer, d'une corticale à l'autre. Les ostéons agissent alors comme des chevilles fixant directement le foyer de fracture. Il ne s'agit donc pas d'un processus de cal mais plutôt de remodelage.

Le délai de consolidation est de l'ordre de 4 semaines, période durant laquelle la fracture tient grâce aux qualités mécaniques du montage d'ostéosynthèse. Lorsqu'il existe un espace entre les fragments, la consolidation corticale se réalise par invasion du cal médullaire.

Fait d'os immature, le cal médullaire évolue vers une structure trabéculaire dense. L'ancrage de l'os immature est réalisé par des unités de remodelage osseux (BMU) venues de l'os immature et forant les extrémités des fragments de corticale. En pratique la consolidation se fait par l'association des deux mécanismes sus-cités. Le remodelage va se poursuivre durant 18 mois au minimum. C'est la raison pour laquelle le matériel d'ostéosynthèse ne doit pas être retiré sous peine de risque fracturaire accru.

Avantages / inconvénients de l'ostéosynthèse par plaque vissée : Cette ostéosynthèse permet en théorie une réduction anatomique parfaite des foyers de fracture. Les montages sont en règle générale stables et autorisent une rééducation précoce. Les inconvénients de l'abord direct du foyer sont l'augmentation des risques infectieux. Cette technique n'autorise pas la mise en charge de la fracture car le délai de consolidation est prolongé du fait de l'ouverture du foyer et de la dévascularisation.

Ce montage correspond à une fixation dite statique, c'est-à-dire que la raideur du montage est fixée une fois pour toute.

Ostéosynthèse par enclouage centromédullaire à foyer fermé : Au cours de cette ostéosynthèse, l'hématome fracturaire est en grande partie conservé. La portion médullaire est expulsée par l'alésage. Le cal périosté se forme sans contraintes supplémentaires, dans les délais habituels, il est généralement de gros volume.

Avantages / inconvénients : Cette technique limite le risque de dévascularisation et le risque infectieux. Le matériel est situé dans l'axe mécanique du segment fracturé et permet habituellement des montages solides autorisant une mise en charge précoce. Les inconvénients sont les difficultés d'obtenir le rétablissement de l'axe longitudinal en cas de fracture métaphysaire et le contrôle rotatoire des fragments.

En dehors des fractures comminutives, l'enclouage permet une fixation dynamique, c'est à- dire que la raideur du montage va varier dans le temps. Dynamiser l'enclouage signifie que le verrouillage du clou peut être reporté à la sixième semaine afin de stimuler la formation du cal périosté. Le déverrouillage tardif est possible afin de renforcer un cal déjà existant.

Ostéosynthèse par fixateur externe : Les indications de la fixation externe concernent principalement les fractures ouvertes. Les fixateurs modulaires (Hoffman,

Othofix, Ilizaroff) permettent de corriger secondairement les imperfections de réduction initiale. Les avantages sont de diminuer les risques infectieux en particulier en cas de fracture ouverte contaminée. Les inconvénients sont la difficulté d'obtenir une réduction anatomique de la fracture, les risques d'infections sur les fiches, le retard de consolidation. Cependant le contexte dans lequel est employé cette fixation est à fort risque de défaut de consolidation. L'intérêt est de protéger le foyer des contraintes extérieures dans un montage simple. Au cours des fractures comminutives l'ensemble des contraintes passe par le fixateur. De même que pour l'enclouage centromédullaire, la fixation externe peut devenir dynamique.

III. Anatomopathologie :

La pseudarthrose aseptique est la conséquence de :NL'absence du processus d'ostéogénèse avec une sclérose des extrémités osseuses après une fracture dont le foyer reste stérile. Ou de l'arrêt de ce processus d'ostéogénèse avec absence d'ossification du tissu conjonctif provisoire [18].

1. Macroscopie [18] :

Pseudarthroses fibreuses simples (serrées):

Les surfaces fracturaires sont en contact. Entre les fragments existe une nappe de tissu scléreux, dense, très dur, d'épaisseur variable (1mm à 1cm). Les extrémités osseuses sont plus ou moins raréfiées. Lorsque la pseudarthrose date de longtemps, les fragments osseux se densifient en surface. Ils sont éburnés, c'est-à-dire composés d'os très dur aux rares canaux de havers. En même temps, la couche compacte augmente d'épaisseur, des ostéophytes se développent ce qui en résulte une déviation irréductible de l'axe du membre.

Les pseudarthroses fibro-synoviales :

Ce sont des néo-articulations qui se forment entre les extrémités osseuses, elles sont unies par une capsule, parfois il existe une véritable cavité synoviale.

Les pseudarthroses flottantes:

L'écart entre les deux extrémités osseuses est très important, elles sont effilées et amincies. Cet écart est comblé par un tissu fibreux lâche et malléable.

2. Microscopie:

On distingue deux types de pseudarthroses :

- Les pseudarthroses avasculaires ou atrophiques.
- Les pseudarthroses hyper vasculaires ou hypertrophiques.

Les pseudarthroses avasculaires ou atrophiques [18]:

Elles sont rares, compliquent souvent les fractures comminutives opérées, dans lesquelles les fragments principaux sont séparés par d'autres, intermédiaires, dévascularisés par le traumatisme ou par le chirurgien.

Ce type de pseudarthrose peut compliquer également une fracture à troisième fragment dévascularisé par ostéosynthèse ou encore une fracture où l'ostéosynthèse est responsable d'un déperiostage des fragments intermédiaires qui évoluent vers la nécrose. Donc, dans la pseudarthrose atrophique et dès le stade initial, il existe une sclérose des extrémités osseuses responsable d'un état définitif de nonconsolidation par défaut de vascularisation.

Radiologiquement, il y a absence du cal périphérique, et la résorption des extrémités fracturaires est parfois considérable réalisant l'aspect en « queue de radis » ou « baguette de tambour ».

Une scintigraphie au technétium montrerait l'absence d'activité ostéogénique au niveau du foyer, et il sera alors nécessaire dans ces situations d'associer à la contention solide, des facteurs permettant une réaction d'hyper vascularisation sous forme de greffe spongieuse ou de décortication ostéo-musculaire.

Les pseudarthroses hyper vasculaires ou hypertrophiques [20] :

Ce sont les pseudarthroses les plus fréquentes, elles traduisent une lutte de l'organisme, cherchant à consolider une fracture en dépit des facteurs qui s'opposent à sa guérison : défaut d'immobilisation, absence de compression axiale.

Elle représente le prolongement excessif du deuxième stade de prolifération conjonctive, la métaplasie tarde à se faire ou ne se fait pas, seule la formation de travées conjonctives arrive à stabiliser de façon relative le foyer de fracture sans qu'il existe une véritable ossification. Ces pseudarthroses sont appelées également

réactionnelles.

Radiologiquement, il y a un élargissement de la fente inter fragmentaire par résorption ostéoclasique de l'os, une formation d'un cal de fixation périosté, un épaissement de l'extrémité des fragments réalisant l'aspect de pseudarthrose « en patte d'éléphant ».

Cette pseudarthrose hyper vasculaire n'est pas un état définitif, mais un état dynamique dont le cal fibreux est ossifiable, cette pseudarthrose mise dans de bonnes conditions (immobilisation stricte), elle évolue vers la consolidation.

- a. Forme hypertrophique, réactive, bien vascularisée (a' : patte d'éléphant, a'' : sabot de cheval)
- b. Forme sans réaction, peu vascularisée ou même à extrémités nécrotiques

IV. Diagnostic positif de la pseudarthrose aseptique de la diaphyse humérale :

A. La clinique :

La clinique repose sur l'interrogatoire et un examen clinique complet.

1. L'interrogatoire:

- a. Le délai entre le traumatisme et la pseudarthrose.
- b. Les antécédents du patient : Médicaux (HTA, diabète, tabagisme ...), Chirurgicaux et Autres.
- c. Les signes fonctionnels :

Pseudarthrose hypertrophique : [19-20-21]

La douleur à la mobilisation ou à l'appui en est le signe principal et parfois même le seul signe de non consolidation. Cette douleur reste cependant le plus souvent modeste et revêt tous les caractères d'une douleur mécanique aggravée par les efforts et calmée par le repos. Ceci n'a de valeur que devant une fracture traitée par des moyens orthopédiques ou une ostéosynthèse incomplètement rigide. Lorsque la reprise fonctionnelle a déjà été autorisée, le blessé peut se plaindre aussi d'instabilité de son membre et de fatigue anormale.

L'augmentation de la chaleur locale est assez facilement appréciée manuellement par comparaison au côté opposé. Elle traduit l'hypervascularisation d'un foyer d'ostéogenèse encore actif. Son association dans certains cas à la rougeur peut faire penser à tort à une infection latente. La mobilité anormale étant plus rare à mettre en évidence.

Pseudarthrose atrophique :

Si la fracture n'a pas été consolidifiée, on retrouve une mobilité anormale

d'assez grande amplitude. Il s'agit là d'un test dont le résultat dépend de deux variables:

Le moment des forces appliquées au segment du membre testé, et l'application manuelle et visuelle d'une mobilité et d'une déformation angulaire. Il est plus rare que des craquements audibles à l'oreille ou au stéthoscope soient perçus lors de la mobilisation. Par contre, il n'existe aucun signe d'activité du foyer, en particulier aucune élévation de la chaleur locale, aucune rougeur des téguments en regard.

2. L'examen clinique :

a. L'inspection : On recherche :

Une déformation angulaire du bras.

Un raccourcissement du membre supérieur.

Une amyotrophie bicipitale.

Une rougeur des téguments en regard du foyer de pseudarthrose qui traduit l'hyper vascularisation de ce foyer et qui se voit dans les pseudarthroses hypertrophique.

b. La palpation : On recherche :

Une douleur à la palpation des téguments en regard du foyer de pseudarthrose.

Une mobilité anormale du foyer de pseudarthrose si la fracture n'a pas bénéficié d'une ostéosynthèse.

Une diminution de la force musculaire.

c. Les mouvements articulaires :

On recherche une limitation de la mobilité de l'épaule et du coude.

d. L'examen vasculo-nerveux : On recherche :

Une atteinte vasculaire par la palpation des pouls : huméral, radial et cubital.

Une atteinte neurologique notamment une paralysie radiale qui se traduit par un déficit de l'extension du poignet et du pouce, et des troubles de sensibilité.

B. La radiologie : [19]

On distingue deux types de pseudarthroses aseptiques de la diaphyse humérale : les pseudarthroses hypertrophiques et les pseudarthroses atrophiques.

- Les pseudarthroses hypertrophiques :

1. La radiographie standard montre :

- a. Un élargissement du cal périphérique donnant l'aspect classique d'hypertrophie en « patte d'éléphant » des extrémités fracturaires.
- b. Une ligne claire sépare nettement les extrémités fracturaires en rapport avec la persistance du trait de fracture.
- c. Une densification du trait de fracture avec obturation du canal médullaire.
- d. S'il y avait une ostéosynthèse, il existerait souvent des signes de mobilité :

Chambre autour de la partie épiphysaire d'un clou centromédullaire ou autour d'une vis.

Saillie d'une ou de plusieurs vis.

Angulation d'une plaque vissée.

Rupture du matériel d'ostéosynthèse.

2. L'artériographie montre:

La persistance d'une hyper vascularisation.

3. 3. La scintigraphie au technétium montrera :

Une hyperfixation témoignant d'une activité ostéogénique important et persistant.

- Les pseudarthroses atrophiques:

4. La radiographie standard montre :

- L'absence du cal périphérique.
- La résolution parfois considérable des extrémités qui sont parfois effilées en queue de radis, avec même dans certains cas une perte de substance osseuse.
- Les extrémités sont denses, sclérosées, et le canal médullaire obturé.
- Le matériel d'ostéosynthèse n'est pas obligatoirement rompu.

5. La scintigraphie au technetium:

Montrerait l'absence d'activité ostéogénique au niveau du foyer de pseudarthrose.

6. L'artériographie:

Montre l'absence totale de la vascularisation au niveau du foyer de pseudarthrose.

L'obtention d'un membre à la fois solide et fonctionnel reste le but désiré de tout traitement en pathologie traumatique et orthopédique, et que les résultats fonctionnels dépendent, non seulement des méthodes thérapeutiques utilisées, mais aussi:

De l'ancienneté de la pseudarthrose.

De son siège.

De la multiplicité des interventions.

De la durée d'immobilisation.

De l'existence ou non d'une complication supplémentaire septique ou, neurologique telle qu'une paralysie radiale.

De la valeur de la rééducation. Et de la coopération du malade.

V. Thérapeutique :

1. Buts du traitement:

Le but du traitement des pseudarthroses aseptiques de la diaphyse humérale est d'obtenir dans les meilleurs délais:

La consolidation du foyer de pseudarthrose.

La conservation d'une fonction satisfaisante du membre supérieur.

Nous aborderons dans cette partie les moyens de stabilisation du foyer de pseudarthrose; les moyens de stimulation de l'ostéogénèse, qui sont dominés par les greffes osseuses et où les autogreffes représentent le meilleur moyen de provoquer la reviviscence du foyer pseudarthrosique: "Merle d'Aubigne.

2. Principes du traitement :

Il consiste à réaliser :

Une contention stable du foyer de pseudarthrose.

Une stimulation de l'ostéogénèse dans ce foyer.

Les rapports étroits que le nerf radial contracte avec la diaphyse font que l'abord osseux doit, comme dans les fractures fraîches, être précédé d'une exploration systématique du nerf, puis complété en fin d'intervention par une remise en sécurité du nerf radial en le transportant en tissus musculaire sain, loin du foyer d'ostéosynthèse.

La rééducation reste toujours un complément indispensable du traitement, non seulement chez les malades ayant souffert de longues périodes d'immobilisation, mais aussi chez ceux qui présentent ou ayant présenté une paralysie radiale associée.

3. La Conduite du traitement :

Les contraintes biomécaniques de l'humérus sont complètement différentes de celles du fémur ou du tibia car elles siègent sur un membre en décharge. Les principes thérapeutiques sont donc différents. Les traitements proposés vont tendre à bloquer les forces de torsion et de distraction qui s'exercent majoritairement. Cette fixation rigide des rotations peut être associée à une compression du foyer de pseudarthrose et à une stimulation de l'ostéogénèse par décortication ostéo-musculaire et /ou greffe osseuse.

A. Les moyens de contention du foyer de pseudarthrose :

La stabilisation mécanique du foyer représente l'élément primordial et le premier à assurer devant toute pseudarthrose aseptique de la diaphyse humérale.

Tous les moyens pouvant assurer une stabilité satisfaisante du foyer de pseudarthrose peuvent être utilisés :

L'immobilisation plâtrée.

La plaque vissée.

Le clou centromédullaire verrouillé.

Le fixateur externe.

a. L'immobilisation plâtrée [22]:

Elle est de moins en moins utilisée dans le traitement des pseudarthroses du fait de:

- L'instabilité relative de l'immobilisation.
- La longue période nécessaire pour la consolidation.
- Et l'importance des séquelles secondaire à une immobilisation trop prolongée :

Macération cutanée

Raideur articulaire avec capsulite rétractile de la scapulohumérale.

Troubles circulatoires locaux

Douleurs résiduelles.

Ailleurs, le plâtre ne trouve d'indications que :

- Pour compléter la contention déjà assurée par un matériel de synthèse dont la rigidité est devenue insuffisante.
- En post-opératoire, sous forme d'attelle pour renforcer une immobilisation correcte par synthèse.
- Après échecs multiples avec les autres moyens de contention et par manque d'autres moyens.

b. Ostéosynthèse interne par plaque vissée : [23-24-25]

Les principes de base de l'ostéosynthèse interne sont les mêmes pour les pseudarthroses et pour les fractures récentes. Le but recherché dans les deux cas est une stabilité permettant la mobilisation des articulations.

Principe d'application des plaques : La plaque d'ostéosynthèse sert à maintenir les fragments osseux dans la position optimale pour permettre la consolidation osseuse. La plaque agit selon les différents principes qui peuvent être appliqués, soit isolément, ou combinés, la plaque peut servir d'attelle, elle peut comprimer ou, au contraire, soutenir.

➤ **Les plaques simples:**

La plaque fixe la fracture dans la position de réduction parfaite, aucune compression n'est exercée. Cette plaque transforme le foyer fracturaire en une charnière qui possède un axe de mobilité situé sous la plaque

- La plaque attelle

- La plaque de soutien (dite d'alignement)

Ainsi et dans le but de diminuer ces contraintes en flexion de la plaque, il a été proposé une mise en compression du foyer réduit sous la plaque par une véritable précontrainte.

> **Les plaques à compression:**

Recommandée en 1947 par Danis, la compression longitudinale permet un engrènement du foyer de fracture sous la plaque préalablement tendue puis fixée au dessus de la fracture. Cette plaque à compression a cependant deux désavantages majeurs :

➤ **Le coaptateur de Danis:**

Il est constitué par une plaque très robuste, comportant un dispositif permettant la mise en pression positive des fragments, après la coaptation.

Une vis longitudinale se visse au bout de la plaque et vient prendre appui contre une vis déjà fixée sur l'un des fragments mais encore mobile dans un orifice perforant la plaque. Lorsque la pression désirée est atteinte, la plaque est fixée dans sa position définitive.

Le coaptateur de Danis offrant le double avantage de la solidité et de la pression positive, il constitue actuellement le meilleur matériel à proposer pour obtenir la contention la plus rigide en matière des retards de consolidation des pseudarthroses.

Creysse et Decoux se sont fait les défenseurs du procédé d'utilisation du coaptateur de Danis dans le traitement des pseudarthroses qui, entre leurs mains, a abouti à des résultats très satisfaisants. [26]

➤ **Cintrage:**

L'adaptation de la plaque à la forme de l'os nécessite souvent son cintrage qui s'effectue à l'aide d'une presse, de fers à courber ou de pinces. Il faut essayer de cintrer les plaques entre les trous pour ne pas trop les fragiliser et également éviter les mouvements alternés.

Le cintrage est en général relativement aisé sur le plat et difficile sur le champ opératoire.

Dès que cela est possible, il faut utiliser des plaques pré-modélées.

Nombre de vis: le nombre de vis indispensables pour fixer une plaque à l'os dépend de la taille et du poids du sujet, ainsi que de la taille et de la qualité de l'os. On considère qu'il faut prendre 6 corticales de chaque côté du foyer pour l'humérus; ce nombre doit être augmenté en présence d'une ostéoporose sévère.[27]

Le traitement par plaque vissée et greffe osseuse des pseudarthroses aseptiques de la diaphyse humérale est le traitement le plus effectué et le plus décrit dans la littérature. Il est reproché à ce traitement un risque élevé d'infection et de paralysie radiale.

Ces complications peuvent être minimisées par une technique chirurgicale rigoureuse. Ainsi, le nerf radial doit être repéré avant tout autre geste, notamment en zone saine dans le cadre d'une pseudarthrose sur plaque vissée. La mise en place d'une plaque vissée antérieure permet d'éviter le passage du nerf sur la plaque. Le nerf est stimulé en fin d'intervention pour juger de sa vitalité [30].

Ce traitement conserve de nombreux avantages:

L'abord du foyer permet le nettoyage du tissu fibreux d'interposition.

L'ostéosynthèse par plaque vissée permet une fixation rigide dans tous les plans. Elle permet également une mise en compression.

c. L'enclouage centromédullaire verrouillé:[28]

Description : L'enclouage centromédullaire a pour but de réaliser une ostéosynthèse stable et solide offrant une bonne résistance à la flexion et à la rotation.

L'utilisation d'un clou centromédullaire permet d'assurer les deux impératifs de la chirurgie osseuse: Assurer une immobilisation stricte du foyer de fracture et permettre la mobilisation des articulations sus et sous-jacentes.

L'enclouage verrouillé consiste à solidariser les fragments épiphysaires au clou par l'intermédiaire des vis évitant le risque de leur rotation.

Cet enclouage permet deux types de montage:

Un montage statique: dont le verrouillage est à la fois supérieur et inférieur.

Un montage dynamique : dont le verrouillage n'est effectué qu'au niveau d'une seule épiphyse supérieure ou inférieure selon la localisation de la pseudarthrose.

d. L'ostéosynthèse externe : [29- 24]

C'est un procédé d'ostéosynthèse qui rapporte à l'extérieur des téguments le matériel de fixation habituellement mis en place au contact (plaque vissée) ou à l'intérieur de l'os (clou centromédullaire).

Le fait qu'elle stabilise le foyer tout en ayant des points d'appui loin de ce dernier, la rend le moyen de stabilisation de choix en matière de pseudarthroses septiques.

L'éloignement de l'axe osseux soumet cette fixation à des contraintes élevées et implique donc une solidité et une rigidité suffisantes. Impératifs qui restent certes le meilleur garant d'une évolution favorable, non seulement sur le plan de la consolidation, mais aussi sur celui de l'assèchement de la suppuration, surtout

lorsqu'il y a eu association d'actes complémentaires : Nettoyage, greffes osseuses, décortication, etc.

Ces impératifs mécaniques ne doivent cependant pas aboutir à la réalisation de montages trop complexes, dangereux sur le plan vasculo-nerveux, et responsables de raideurs articulaires ou de retard apporté à la consolidation.

Ce traitement n'est pas dénué de complications :

- Atteintes nerveuses lors de la mise en place des fiches.
- Arthrite du coude.
- Fractures itératives à l'ablation du fixateur.
- Raideurs articulaire de l'épaule et du coude.
- Suppuration sur fiches

B. Les moyens de stimulation de l'ostéogénèse

1. Les greffes osseuses :

La greffe osseuse a un rôle d'inducteur de la consolidation et de comblement d'un defect 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 au mâchonnement 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.

Quel que soit la technique retenue, l'apport de greffons spongieux est toujours bénéfique. Ces greffons se défendent bien contre l'infection, ils induisent une ostéogénèse rapide et peuvent être placés dans les moindres recoins sans problème. À l'inverse, la greffe corticale pure (tibiale) 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.

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 cortico-spongieux (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 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 fémoro-cutané.

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 antéro-supérieure.

Points forts :

La prise de greffe n'est donc pas un acte bénin. Par conséquent, il faut : savoir utiliser les différents types de prélèvements, connaître les différentes voies d'abord et leurs dangers, s'installer correctement et avoir de bons instruments.

Les greffes osseuses sont largement utilisées dans le traitement des pseudarthroses diaphysaires. Elles ont été utilisées depuis longtemps par les chirurgiens pour aider à la consolidation aux foyers de pseudarthroses ou pour restaurer une large perte de substance osseuse post traumatique ou après résection d'os pathologique. Ceci a fait de l'os le tissu le plus communément transplanté après

le sang. Divers types de greffes sont utilisés: autogreffes ou allogreffes, greffes conventionnelles ou vasculaires, etc.

Après une transplantation osseuse, le devenir de la greffe dépend avant tout du type de la greffe, mais aussi du lit receveur, de la vascularisation sanguine et de l'existence ou non d'une infection.

Généralement, un greffon osseux non infecté a trois possibilités évolutives :

- Devenir vivant et acquérir les caractéristiques mécaniques, cosmétiques et biologiques de l'os adjacent.
- Se résorber partiellement ou complètement laissant une instabilité et une vulnérabilité des organes sous-jacents.
- Ou être séquestré, encapsulé, et traité par l'hôte comme un corps étranger.

Terminologie :

Elle se base actuellement sur le génome du donneur et l'immunosurveillance du receveur.

Une autogreffe ou greffe autogène est transplantée d'une part à l'autre chez le même individu.

Une allogreffe (homogreffe) est transplantée entre deux individus génétiquement différents de la même espèce.

Une syngreffe ou greffe synergique (isogreffe) est transplantée entre deux individus génétiquement identiques de la même espèce.

Une xénogreffe (hétérogreffe) est transplantée entre deux individus d'espèces différentes.

Un implant, c'est le terme recommandé par Urist pour désigner les produits ou dérivés de l'os non vivant.

Une greffe peut être orthotopique quand elle est mise dans sa localisation

habituelle ou hétérotopique quand elle est transférée à une autre localisation.

2. Les Autogreffes Osseuses

En général, la greffe autogène est la meilleure de toutes les greffes osseuses pour restaurer une perte de substance osseuse ou stimuler la consolidation. En fait, l'autogreffe fraîche reste de nos jours "l'étalon-or" auquel sont comparées toutes les autres greffes.

Elle peut être corticale, spongieuse ou cortico-spongieuse.

a. L'autogreffe spongieuse :

La greffe spongieuse autogène est de loin la meilleure des greffes osseuses conventionnelles; elle tient et consolide très rapidement, et communique le plus rapidement et complètement avec le système vasculaire cortical. En plus, l'os spongieux autogène qui possède un contact avec le système vasculaire reste viable au moins partiellement, il réalise un remodelage à 100% et son prélèvement, contrairement à celui de l'os cortical, n'entraîne pas de diminution de la résistance de l'os donneur.

La greffe spongieuse aurait l'inconvénient de ne pas avoir la puissance mécanique de la greffe corticale, mais c'est un inconvénient qui peut être surmonté en utilisant une "greffe armée" à l'aide d'une ostéosynthèse stable pontant la région greffée.

Dans le traitement des pertes de substance osseuse, la greffe spongieuse peut combler un défaut pouvant aller jusqu'à 6cm de long. Alors que dans le traitement des pseudarthroses aseptiques, son rôle est indiscutable (Matti).

L'os spongieux peut être prélevé de différents sites sa meilleure source est la crête iliaque. Elle est située juste en sous-cutané; l'os spongieux y est abondant et

facilement accessible. L'os spongieux de la crête iliaque est dit de premier ordre, car il contient des cellules ostéogéniques plus durables que celles du spongieux du fémur, du tibia et du tarse (deuxième ordre), lui-même meilleur que l'os cortical moins ostéogénique.

Quel que soit le site retenu, l'apport de greffons spongieux est toujours bénéfique. Ces greffons se défendent bien contre l'infection; ils induisent une ostéogénèse rapide, et peuvent être placés dans les moindres recoins sans problème.

Ils sont en général prélevés sous forme de greffons allumettes.

=>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 tri cortical 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. 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.

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.

=>Prise de greffons dans la crête iliaque antérieure :

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

La quantité de spongieux quelle contient est plus faible que la précédente.

L'incision est centrée sur l'épine iliaque antéro-supérieure. On rugine la corticale externe sur ses premiers centimètres.

La trépanation est menée de la même façon qu'au niveau de la crête iliaque postérieure, et le travail des curettes de tailles différentes y est fait de façon analogue.

La quantité prélevée sur les deux crêtes iliaques antérieures dépasse rarement le volume d'une petite mandarine. Ce site doit être réservé aux prélèvements de faible abondance.

=>Prélèvements des greffes du grand trochanter, de l'extrémité supérieure du tibia ou des condyles fémoraux :

Si les petites quantités de spongieux sont plus facilement prélevées à ce niveau puisqu'il n'y a pas de muscles à rattacher, ces prélèvements faits en zones porteuses sont au contraire dangereux, car ils exposent au risque de fragilisation et de fracture.

Après l'incision cutanée, on réalise une fenêtré au niveau des corticales minces en regard du grand trochanter, de la tubérosité antérieure du tibia ou à la face externe de l'extrémité inférieure du fémur. La trépanation doit être impérativement réalisée en zone proche de l'articulation, totalement épiphysaire et ne doit pas emporter d'os cortical. L'avivement de l'épiphyse est fait, là encore, à la curette de diamètre croissant.

On se limitera à aviver la moitié externe du condyle, et la partie supérieure du trochanter. Au niveau de la tubérosité tibiale antérieure, l'os est nettement pus lâche et la quantité à prélever doit donc être moindre.

L'os spongieux prélevé ne se reformera jamais et quand elle a eu lieu, la

fragilisation est quasiment définitive.

b. L'autogreffe corticale [30-31]

La diaphyse tibiale reste le principal fournisseur des greffes corticales mais aussi la fibula qui a la particularité d'être pédiculée. Après exposition en sous-périosté de la face interne de la diaphyse tibiale, le greffon sera prélevé à l'aide d'une scie circulaire tout en rafraîchissant la surface osseuse à l'aide d'une solution de Ringer. Les bords antérieur et postérieur du tibia sont respectés.

La greffe corticale est utilisée dans le traitement des pseudarthroses et des pertes de substance osseuse pour:

Stimuler l'ostéogénèse.

Donner un renfort mécanique immédiat au foyer de fracture.

Assurer une fortification permanente du lit receveur. Dans ce but, le greffon doit avoir un très bon contact avec le lit de greffe.

L'autogreffe corticale diffère de l'autogreffe spongieuse dans la vitesse de revascularisation, le mécanisme et la perfection de la réparation, et les propriétés mécaniques du greffon. La réhabilitation de l'os cortical est très lente, et son remodelage est toujours incomplet. Enneking et Morris ont démontré que chez l'homme, la greffe osseuse corticale est affaiblie par une porosité interne à six semaines et reste faible jusqu'à la fin du 6ème mois; à un an, le greffon paraît approcher le rétablissement de sa résistance mécanique, mais seulement 60% de sa structure est composée d'os nouveau à cette date. Tout ceci explique la fréquence relative des fractures de fatigue entre le 6 et 8ème mois après une greffe segmentaire, et fait que même avec une greffe corticale, une ostéosynthèse est souvent nécessaire pour éviter l'augmentation des pressions sur le greffon et sa fracture.

La greffe corticale échoue dans 15% des cas par non-union ou par fracture de fatigue. La longueur du greffon ne semble pas diminuer l'incidence des non- unions; par contre, plus le greffon est long, plus seront fréquentes les fractures de fatigue.

Par ailleurs, et à l'inverse des greffes spongieuses, les greffons corticaux se défendent mal contre l'infection, et leur prélèvement entraîne toujours la fragilisation du segment donneur. Employés seuls sans synthèse de complément, ils n'assurent pas, quel que soit leur mode de fixation, une stabilisation satisfaisante du foyer de pseudarthrose.

Exceptionnellement utilisées par Weber et Coll., les greffes corticales sont actuellement abandonnées.

c. L'autogreffe cortico-spongieuse [32]

Les sites de prélèvement sur le bassin sont la crête iliaque et les faces interne et externe de l'aile iliaque. La crête iliaque antérieure donne une quantité le plus souvent suffisante d'os; la corticale y est très mince, et la richesse en tissu spongieux assure une fusion très rapide.

La face interne:

Après une incision parallèle à la crête, on réalise une fente au niveau du périoste interne qu'on rugine sur la face interne. La crête iliaque proprement dite sera épargnée pour des raisons anatomiques.

La longueur de la baguette à prélever a été mesurée préalablement sur la radiographie. Il est impératif d'avoir une baguette continue susceptible de porter la perte de substance osseuse.

L'instrument utilisé pour ce prélèvement varie en fonction du type de greffe voulu:

- Scie oscillante pour les greffons cortico-spongieux.

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

- Ciseaux de différentes formes pour différentes variétés de greffons spongieux.

En fait, il arrive très souvent de compléter ce prélèvement par une prise de greffons spongieux.

Cette technique permet d'obtenir un greffon dont les qualités biologiques sont excellentes. Ce greffon est constitué d'un excellent tissu spongieux, très épais, très résistant et très homogène, seule sa face externe comporte une corticale osseuse, ses cinq autres faces sont taillées en plein tissu spongieux.

La face externe:

L'incision est parallèle au bord externe de la crête iliaque.

Le périoste et les muscles fessiers sont détachés de la crête.

Et les greffons sont prélevés de la même façon que pour la face interne.

=>Prise de greffons dans la crête iliaque antérieure :

L'accès de la crête iliaque antérieur 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 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.

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).

La face interne du tibia est susceptible de procurer une excellente baguette de

reconstruction elle a l'avantage d'avoir une tenue mécanique non négligeable; elle est toutefois plus difficile d'incorporation qu'une crête iliaque. Par ailleurs, elle risque de fragiliser un tibia sain; enfin, elle laisse peu de possibilités de prélèvement de spongieux.

Le péroné constitue un site donneur des greffons cortico-spongieux segmentaires. Son utilisation reste cependant très accessoire.

Il a d'excellentes qualités mécaniques, mais de très grosses difficultés d'incorporation. Il doit être réservé aux cas où il est nécessaire de prélever une quantité très importante de greffons et où les prélèvements classiques (crête iliaque antérieure et tibia) sont dépassés.

3. La décortication ostéo-musculaire (D.O.M)

C'est un type particulier de greffe osseuse faite d'os cortical et de périoste pédiculé in situ, utilisée dans le but de stimuler la consolidation dans le foyer de pseudarthrose.

Elle peut être utilisée isolément ou faire partie de la voie d'abord dans le cadre d'autres techniques: «Abord par décortication ostéo-musculaire» selon la désignation de R. Judet.

Le principe de cette technique repose sur la constatation déjà ancienne que des petits fragments ostéopériostiques restés adhérents aux insertions musculaires, tendineuses, ligamenteuses ou aponévrotiques, donc pourvus de leurs connexions vasculaires et nerveuses, sont dotés d'un pouvoir ostéogénique important, en particulier lorsqu'ils sont laissés au contact d'une autre partie du squelette. Par ailleurs il est bien connu que les fractures communitives des os longs, traitées orthopédiquement, consolident avec une vitesse parfois surprenante.

Ainsi, « un fragment osseux décortiqué mais pédiculé est une portion d'os détaché qui reste sur place, et à laquelle est confiée la tâche de se ressouder à l'os et d'entraîner en même temps le processus de consolidation de cet os lui-même » Judet.

En cela, un tel greffon ostéopériostique pédiculé diffère profondément d'une greffe osseuse autogène libre, laquelle séparée de ses attaches et transplantée en un autre lieu meurt pour être ensuite réhabilitée par des cellules provenant du site receveur.

La première tentative de décortication ostéo-périostée remonte à 1939, lorsque Naughton Dunn réalisa une méthode très proche de celle de Judet, à laquelle il a associé une reperméabilisation des canaux médullaires obstrués. Charnley y avait associé du greffon spongieux en plus de greffes corticales faites de fragments corticaux complètement détachés, mais sans reperméabilisation des canaux médullaires qu'il a évité, pour ne pas compromettre la vascularisation des extrémités osseuses.

Ce n'est qu'en 1964 que les frères Judet et Coll ont présenté pour la première fois leur méthode de décortication ostéo-périostée dont ils ont modifié le principe, en utilisant en plus une ostéosynthèse stable.

Sur le plan technique et indépendant des gestes particuliers que requiert la lésion à traiter, la décortication ostéo-musculaire comporte une technique commune: l'os est abordé par l'une des voies d'abord classiques; une fois atteint, l'os ne sera pas découvert par rugination sous périostée, mais attaqué presque tangentiellement au ciseau frappé fin et bien tranchant de façon à détacher un certain nombre de copeaux ostéopériostiques minces de 1mm à 2mm d'épaisseur, bien attenants aux parties molles et aussi continus que possible, sur une hauteur

d'une douzaine de centimètres débordant donc largement en haut et en bas le foyer de pseudarthrose, et sur toute la partie accessible de la circonférence de l'os (2/3 ou 3/4). Il n'y a pas de risque de dévascularisation de la corticale puisque les 3/4 internes de celle-ci reçoivent leur vascularisation de la cavité médullaire.

Le segment d'os ainsi abordé est entouré de copeaux ostéopériostiques restent solidaires de leur périoste et de tout ce qui s'y fixe, donc pourvus de leur innervation et de leur vascularisation normale, et qui constituent en fin d'intervention une sorte de manteau vivant à l'intérieur duquel reposera le segment osseux en cause et où se formera de l'os nouveau qui pontera éventuellement la pseudarthrose comme un manchon.

Dans les pseudarthroses de l'humérus, en particulier celles du tiers moyen, le traitement par décortication doit néanmoins être fait en prenant garde au trajet du nerf radial que l'on protège après sa découverte à distance du foyer en haut et en bas.

Il arrive parfois, après exposition du foyer de pseudarthrose, que les extrémités mises en présence soient très minces du fait de l'ablation préalable de quelques éclats intermédiaires ou simplement du fait d'une atrophie osseuse. Dans ce cas, la décortication peut être améliorée en lui ajoutant une greffe spongieuse autogène sous forme de bandelettes disposées entre les copeaux ostéopériostiques et l'os décortiqué.

La formation du manchon osseux paraît être alors plus rapide et plus solide. En fait, la décortication "vivante" peut être bien associée à la greffe dite "inerte ou morte" et il est intéressant comme le souligne R.Judet de se dire «qu'on peut apporter à la greffe complémentaire l'élément de renforcement et de sécurité que donne une décortication».

Dans les pseudarthroses suppurées, l'adhérence des parties molles, condition de base d'une bonne décortication, est souvent irrégulière, voire inexistante, il arrive même, parfois, que les segments osseux soient complètement dépériostés par la présence d'un abcès périosteux décollant les parties molles, et qu'à leur niveau la décortication soit impossible ; ici, la décortication doit être menée avec une extrême prudence en apportant d'autant plus de soin à la décortication de toutes les parties osseuses qui sont encore garnies de leurs insertions musculaires, aponévrotiques, ligamentaires ou tendineuses, car le peu d'éclats vivants que l'on pourra détacher constituera une base capitale pour la réparation osseuse ultérieure. A part ce cas exceptionnel, la décortication des pseudarthroses fistuleuses banales est en général relativement facile, d'autant plus qu'il existe souvent une hyperostose périphérique qui se laissera facilement décortiquée.

Il n'en reste pas moins que dans ces cas, la décortication doit toujours être précédée d'un nettoyage chirurgical des parties molles et complétée par une excision osseuse. Le fixateur externe étant mis en place, un plan de fort catgut ramène les greffons pédiculés vers la diaphyse. Quand elle est possible, la fermeture cutanée sera de préférence faite sur drainage.

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, 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. 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 corticospongieuse 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.

Technique : [32]

Deux instruments seulement sont nécessaires :

- un ciseau à os.
- 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.

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 [36], 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, 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 cortico-périostée enlevée est alors très fine, voire inexistante, réalisant un dépériostage 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. Il faut alors se méfier de ne pas aller trop profondément [33]. L'opérateur doit donc en permanence inverser son ciseau selon qu'il est trop superficiel ou trop profond.

La décortication doit pouvoir être effectuée dans de bonnes conditions si la chronologie suivante est respectée [34] :

Faire l'entaille du premier copeau ostéo-périosté, 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 ostéo-musculaire de bonne épaisseur;

Recommencer de la même façon pour le copeau suivant.

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 cortico-musculaires, 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.

4. Les allogreffes [32]

La première tentative d'allogreffe fut réalisée il y a plus de 1800 ans lorsque Cosme et Damiens réalisèrent un miracle posthume en greffant la jambe d'un individu décédé le jour même à un autre "amputé".

Depuis plus d'un siècle, de nombreuses observations utilisant les allogreffes ont été publiées: ainsi, en 1879, Mac Even traita une pseudarthrose de l'humérus avec un greffon frais prélevé sur un membre amputé, Lexer en 1908 publia la première série importante d'allogreffe avec plus de 50% de bons résultats à 15 ans et sans omettre les travaux réalisés dans ce domaine par Henry Judet (1905), Carrel (1912), Phemister (1914), c'est à Sicar en 1951, que revient la création de la première banque d'os grâce à laquelle il pratiqua plus d'un millier d'allogreffes. Il est certain que les allogreffes, par leur propriété ostéogénique inférieure à celle de l'os autologue, ne fournissent pas des conditions aussi favorables pour l'ostéogénèse que les autogreffes; mais dans certaines situations, les greffes autogènes peuvent s'avérer insuffisantes pour restaurer un large déficit osseux diaphysaire et l'intérêt d'utiliser des allogreffes conservées paraît donc évident.

5. Autres :

- Injection de moelle osseuse

Bien que peu répandue car elle nécessite d'avoir à proximité un laboratoire permettant la concentration des ostéoblastes prélevés sur le patient, cette méthode semble prometteuse. Elle permet d'augmenter la réponse ostéogénique du foyer de pseudarthrose.

- Protéines ostéo-inductrices

Les plus connues sont le transforming growth factor (3 (TGF- β) et les

bonemorphogenetic protéines 2 et 4 (BMP). Ces dernières ont passé le stade de l'expérimentation en clinique. Plus récemment, des résultats similaires ont été obtenus avec une autre protéine de la famille BMP, l'osteogenic proteine-1 (OP-1).

- Ultrasons puisés de basse intensité

Ils permettraient d'accélérer la formation du cal osseux primaire (enchondral) par une action spécifique sur les chondrocytes. Nous ne disposons pas encore d'études cliniques comparant cette méthode au traitement conventionnel par autogreffes.

- Alésage

Il peut réaliser un apport spongieux au foyer de pseudarthrose par le produit d'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

Elles peuvent être pédiculées ou micro anastomosées. Elles réalisent un apport osseux vascularisé, donc d'emblée vivant avec un double avantage : une capacité d'intégration probablement meilleure et une meilleure défense contre le réveil infectieux.

Séduisantes dans les grandes pertes de substances, elles ont un coût pour le patient qu'il faut pouvoir évaluer en préopératoire. Certaines ont l'avantage d'apporter à la fois l'os et la couverture cutanée.

- Champs magnétiques

Ils induiraient la sécrétion par les ostéoblastes de molécules ostéo-inductrices.

Plusieurs études cliniques rapportent des résultats positifs sans couverture du

foyer pour autant éгалer les taux de succès des traitements conventionnels par autogreffes.

- Greffes de banque homologues

Elles ont l'avantage d'éviter tout prélèvement et d'être disponibles en volume illimité. Leur propriété ostéogénique est inférieure à celle de l'os autologue. Leur mise en place dans un foyer potentiellement septique est risquée et, dans le cadre d'une intervention dont le but essentiel est l'obtention d'une consolidation, leur emploi est déconseillé. Leur utilisation associée à des protéines ostéo-inductrices en fait une matrice potentielle pour la reconstruction de perte de substance osseuse.

- Substituts osseux

Ils peuvent être utilisés pour augmenter le volume d'une greffe spongieuse autologue. Leurs utilisations isolées ont un rôle et une place discutés dans le traitement des pseudarthroses. Comme pour les allogreffes, le regain d'intérêt actuel concernant provient de leurs couplages potentiels avec des protéines ostéo-inductrices.

C. Les indications thérapeutiques dans les pseudarthroses de l'humérus :

Le principe du traitement chirurgical des pseudarthroses de l'humérus est basé sur un certain nombre de facteurs tels que :

- L'âge du patient : la décision d'opérer le patient sera en fonction de l'âge du patient. Si l'âge du patient est très avancé et le bénéfice du traitement sous-estimé, l'abstention opératoire sera de mise.
- Les tares associées : chez les patients avec risques importants de complications post opératoires liées à leurs antécédents pathologiques

lourds tels qu'une insuffisance cardio-respiratoire ou rénale, les microangiopathies diabétique ou carcinologique avec métastases osseuses, le traitement chirurgical sera contre indiqué.

- Le type anatomopathologique de la pseudarthrose : à chaque type de pseudarthrose suscitée sa particularité technique opératoire, mais le but final recherché est de retrouver la consolidation qui repose sur deux principes: la fusion osseuse ne s'obtient que si l'os est vivant, et si la solidarisation des fragments est stable par contention correcte. S'il est facile d'assurer une ostéosynthèse parfaite par un matériel correctement placé, il est par contre plus délicat de mettre en contact deux fragments de Bonne vitalité.

Le but recherché dans tous ces types anatomopathologiques reste le même à quelques différences techniques :

- Pour les pseudarthroses armées, l'ablation du matériel d'ostéosynthèse est très souvent pratiquée et remplacé par du matériel nouveau ; rare sont les plaques laissées, mise en place ou non d'une greffe spongieuse ou corticospongieuse ou bien pédiculée en place; couplée à la décortication ostéomusculaire, avivement, ablation des berges.
- Pour les pseudarthroses avec perte de substance, les modalités du traitement sont nombreuses et varient en fonction des lésions des parties molles, de la perte de substance osseuse et des écloques, mais elles se résument en excision- stabilisation-reconstruction avec possibilité de greffe pédiculée.

Pour les autres cas les modalités thérapeutiques sont celles traitées dans la partie suivante.

La conduite thérapeutique dépend du type de la pseudarthrose

a. Pseudarthroses aseptiques hypertrophiques

Leur traitement est relativement aisé, elles ne nécessitent le plus souvent qu'une stabilité du foyer qu'on doit assurer au maximum.

On peut utiliser une ostéosynthèse interne par plaque à compression après abord du foyer par décortication ostéo-périostée, technique qui trouve dans ces formes de pseudarthroses sa meilleure indication. Le traitement des pseudarthroses hypertrophiques n'impose pas obligatoirement la pratique d'une greffe osseuse complémentaire.

Le démontage du foyer destiné à exciser tout le fibreux de la pseudarthrose n'est en général pas nécessaire. Il risque de déstabiliser le foyer, surtout il s'agit d'une pseudarthrose serrée avec des extrémités fracturaires manifestement vivantes et un aspect en "patte d'éléphant" : il n'amène pas à une consolidation plus rapide et contribue à une dévascularisation plus importante. L'unanimité est faite sur la nocivité des "retouches" et de libération des extrémités osseuses. On ne doit jamais attaquer le foyer de pseudarthrose pour un éventuel "rafraîchissement" des extrémités, seuls sont admis : les ostéotomies ou les résections imposées par les angulations d'un cal vicieux afin de corriger la déviation axiale, et les démontages parfois nécessaires pour une éventuelle reperméabilisation de la médullaire.

On peut aussi pratiquer un enclouage centro-médullaire après alésage, l'abord du foyer est dans ce type de lésion inutile. Dans le cas particulier des pseudarthroses serrées sans grande angulation du tiers inférieur de l'humérus, on peut toute fois utiliser l'enclouage centro-médullaire en "Tour Eiffel" de Rusch.

b. Pseudarthroses aseptiques atrophiques

Elles ne relèvent pas de fractures purement mécaniques. Leurs causes sont plus nombreuses: mauvaise stabilité du foyer, comminution fracturaire, dévascularisation des corticales lors des abords précédents, qui sont responsables d'une insuffisance de développement du tissu ostéogénique. S'il est nécessaire de stabiliser le foyer de pseudarthrose par une ostéosynthèse, il est surtout indispensable de stimuler l'ostéogénèse par une greffe autogène spongieuse le plus souvent, qui du point de vue ostéogénique est la seule bien adaptée ou parfois en pratiquant un alésage centromédullaire dont il a été montré qu'il stimule ou relance aussi bien le cal périphérique que le remodelage ostéonal.

Les principes du traitement se résument en une décortication du foyer avec greffe osseuse associées à un montage solide.

On procède parfois par un raccourcissement éventuel des extrémités pouvant atteindre 2cm à 3cm en "corticale saine". L'absence de garrot permet de repérer la zone où l'os saigne bien. Son étendue étant mesurée sur les radiographies. Si cette résection est minime (1 cm), il suffira de raccourcir puis de mettre en contact les deux extrémités maintenues par une nouvelle ostéosynthèse. Par contre, lorsque la résection atteint plusieurs centimètres, la perte de substance osseuse doit être comblée par des greffons spongieux prélevés selon les dimensions prévues. Le lit de la greffe est préparé par excision de tout le tissu fibreux, car c'est le tissu de voisinage qui assurera la vascularisation du greffon.

La décortication ostéo-musculaire, malgré son importance, reste inadaptée lorsqu'il existe une nécrose des extrémités osseuses, éventualité habituelle dans les pseudarthroses atrophiques.

Si l'ostéosynthèse initiale était centromédullaire, il faut changer pour une

plaque à compression, il est recommandé une plaque large type fémur prenant au minimum huit corticales de part et d'autre du foyer de pseudarthrose. Si l'ostéosynthèse initiale était une plaque, deux solutions sont possibles : nouvelle ostéosynthèse par une plaque plus large, plus longue, comprimant le foyer par compression dynamique ou en utilisant le tendeur ou clou centromédullaire avec alésage lorsque le foyer est transversal et si le contact interfragmentaire et la stabilité en rotation du foyer sont obtenus.

L'association enclouage de Kuntscher et greffe vissée à ciel ouvert, reste le procédé de choix pour Merle D'Aubigne et Cauchoix, car il leur a permis d'avoir 99% de consolidation dans une série de 91 cas de pseudarthroses humérales. Parfois, le traitement peut se dérouler en deux temps avec une première intervention (ostéosynthèse + greffe ou décortication) visant à transformer la pseudarthrose atrophique en une pseudarthrose hypertrophique, et une deuxième intervention pour une meilleure ostéosynthèse assurant une bonne compression du foyer pour sa consolidation.

Mais généralement, au membre supérieur, une plaque vissée avec une bonne compression du foyer de pseudarthrose associée à une greffe autogène spongieuse, donnent très souvent les meilleurs résultats.

MATERIELS ET METHODE

PATIENT ET METHODE

Il s'agissait d'une étude rétrospective colligeant 19 patients, traités entre 2009 et 2016 pour pseudarthrose aseptique après fracture diaphysaire de l'humérus. Trois patients ont été exclus de l'étude (perdus de vue); donc seuls 16 patients ont été inclus. Le critère d'inclusion se référait à l'existence d'une pseudarthrose aseptique de l'humérus traitée chirurgicalement associée ou pas à une greffe osseuse. Ont été exclues les pseudarthroses septiques,

L'examen clinique du bras cherchait une douleur évaluée sur une échelle analogique (de l'absence de douleurs à des douleurs permanentes) et/ou une mobilité du foyer de fracture ; l'examen régional cherchait une paralysie du nerf radial et mesurait des amplitudes articulaires de l'épaule et du coude des deux membres supérieurs (l'évaluation de la mobilité a été faite sur le déficit angulaire dans chaque secteur de mobilité comparée à celle du côté opposé). Nous avons utilisé sur les radiographies initiales, la classification de l'association d'Orthopédiste Francophone (AO) pour classer les fractures de l'humérus. Les radiographies des retards de consolidation de l'humérus montraient une absence de consolidation osseuse entre trois et six mois du début du traitement de la fracture de l'humérus, alors que les radiographies des pseudarthroses de l'humérus montraient une absence de consolidation après un délai de six mois. Sur ces radiographies, nous avons analysé le niveau de la pseudarthrose, le type de la pseudarthrose et le traitement initial de la fracture de l'humérus. Elles ont permis également de rechercher des erreurs techniques ou des facteurs favorisant de la pseudarthrose. Les indications opératoires reposaient sur l'existence de signes cliniques de pseudarthrose (douleur et/ou mobilité du foyer de fracture) et de signes

radiologiques (absence de consolidation osseuse) à trois mois du début du traitement de la fracture de l'humérus. Le traitement chirurgical a consisté en une ostéosynthèse stable associée à une greffe osseuse.

Le patient était installé en position demi assise, le membre supérieur concerné dans le champ opératoire, ainsi que la crête iliaque homolatéral. Les voies d'abord utilisées étaient antérolatérale ou postérieur du bras, latérale de l'épaule ou postérieur du coude. Le premier temps chirurgical consistait en l'ablation du matériel d'ostéosynthèse préalablement mis en place dans les cas de traitement chirurgical, après repérage et neurolyse du nerf radial

Le foyer de pseudarthrose était nettoyé de tout le tissu de fibrose d'interposition associé à une reperméabilisation des canaux médullaires avec réalisation de prélèvements bactériologiques et une décortication ostéomusculaire. Il était parfois réalisé un raccourcissement osseux selon la vitalité osseuse, permettant également de corriger certains défauts d'axe. Une ostéosynthèse stable était mise en place après compression manuelle du foyer de pseudarthrose. Le montage optimal comportait quatre vis de part et d'autre du foyer. Une greffe spongieuse ou cortico-spongieuse à partir de la crête iliaque ipsilatérale ou du substitut osseux était disposé en regard du foyer de pseudarthrose. Le membre supérieur était immobilisé dans un bandage thoraco-brachial pour 45 jours et une antibioprophylaxie était réalisée pendant 48 heures. La rééducation fonctionnelle a été systématique.

Tous les patients ont été revus 3 semaines post opératoire pour le 1^{er} contrôle, ensuite à 1 mois d'intervalle pendant 3 mois puis chaque 3 mois. Les critères de contrôle ont été cliniques et radiologiques avec une évaluation des mobilités de l'épaule et du coude, l'évaluation de la douleur sur échelle analogique, nous avons apprécié la satisfaction globale subjective des patients sur le résultat

final. L'étude radiologique comprenait :

- la recherche sur les radiographies initiales postopératoires d'éléments pouvant expliquer la survenue d'une pseudarthrose par une insuffisance dans la stabilité du montage ou par un défaut de réduction du foyer de fracture ;
- la mise en évidence d'un cal osseux permettant d'affirmer la consolidation
- la recherche sur les radiographies de face et de profil de la présence ou non d'un cal vicieux et de son angulation dans les plans frontaux et sagittaux ; l'étude de la morbidité du site de prise de greffe osseuse.
- la mesure sur des clichés comparatifs de face de la longueur des deux humérus, en utilisant un ruban mètre positionnée le long du bras.

Nous avons utilisé le score la « SOO » Il s'agit du score mis en place par la Société d'orthopédie de l'ouest en 1997 lors de la table ronde sur les fractures d'humérus [36]. Ce score permet d'apprécier le résultat global qui est coté sur 20 points, en prenant en compte, la satisfaction des patients, la sévérité des douleurs, les mobilités coude-épaule et l'existence d'un cal vicieux (très bon de 16 à 20 points, bon de 11 à 15 points, moyen de 6 à 10 points, mauvais de 0 à 5 points). L'avantage de cette classification, contrairement à la classification de Stewart et Hundley, est sa valeur fonctionnelle, du fait de la répartition des points accordés aux amplitudes utiles de l'épaule et du coude, de la tolérance des cals vicieux jusqu'à 20°, de l'importance accordée aux douleurs et à l'indice de satisfaction des patients [37]

Le recueil des données a été fait à travers : – les registres d'hospitalisation des majors du service, – les comptes rendus opératoires – évaluation du score SOO consultation externe du service, – les dossiers des patients – les fiches d'enquête

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

individuelles des patients Les données ainsi recueillies ont été saisies sur Word et Excel et analysées sur le logiciel Epi-info 7.

Tableau 1 : Score fonctionnel de la Société d'orthopédie de l'ouest

Satisfaction

Très content-content 3

Déçu-très déçu 0

Douleur

Absente ou météorologique 6

Effort minimum 4

Effort important 2

Permanente 0

Antépulsion

> 120° 1,5

90/120° 1

< 90° 0

Abduction

> 120° 1,5

90/120° 1

< 90° 0

Rotation ext.

Normale 1,5

Diminuée 0

Rotation int.

Normale 1,5

Diminuée 0

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE
L'HUMERUS

Déficit. Ext. Coude

< 20°	1,5
20/40°	1
> 40°	0

Flexion coude

> 130°	1,5
110/130°	1
< 110°	0

Radiographie

Anatomique	2
Cal > 20°	0

RESULTATS

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

Notre étude comprenait 10 hommes pour 6 femmes, une moyenne d'âge de 45.75 ± 15.63 ans ; le délai moyen de consultation était de 12.06 mois avec des extrêmes de 6 à 16 mois. 81.2% de nos patients effectuaient un travail manuel avec 43.8% de ménagère et 68.8% de nos patients résidaient dans la région de Fès. 87.5% de nos patients étaient droitiers de latéralité avec 43.8% des fractures concernant le côté droit. La fracture initiale était fermée chez 87.5% de nos patients avec 1 cas de fracture sur os pathologique et 2 cas de paralysie radiale lors du traumatisme initial. 56.3% de nos patients ont été victime d'une chute suite à accident domestique, 31.3% victime d'un AVP et 12.5% étaient victime d'un accident de travail. Tous nos patients présentaient une persistance de la douleur à leur admission associée à une impotence fonctionnelle partielle dans 43.8% des cas. L'examen physique retrouvait une persistance de la douleur à la palpation chez tous nos patients avec, une persistance de la mobilité chez 31.3%, une déformation apparente chez 81.4%, et un raccourcissement chez 6.3% de nos patients.

81.7% des patients étaient initialement pris en charge dans notre formation avec 37.5% ayant bénéficié d'un enclouage centromédullaire, 37.5% d'une ostéosynthèse par plaque vissée. La lésion radiologique initiale selon la classification AO était de 37.5% type 2AIII, 12.5% type 2BII et 12.5% 3AI. La pseudarthrose atrophique a été le diagnostic radiologique prédominant avec 62.5% contre 37.5% hypertrophique. L'anesthésie générale a été utilisée chez tous nos patients en décubitus dorsal systématiquement. Tous nos patients ont bénéficiés d'une antibioprofylaxie pendant 48heure. La voie d'abord latérale du bras était la plus utilisée avec 68.8% et la voie postérieur du bras dans 12.5% des cas. 87.7% de nos patients ont bénéficié lors de la cure de pseudarthrose d'une ostéosynthèse par une plaque visée avec 3 vis minimum de part et d'autre du foyer de fracture et 12.6%

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

d'un enclouage centromédullaire avec verrouillage proximal. L'exploration du nerf radial été systématique dans tous les cas d'ostéosynthèse par plaque, on a retrouvé 2 cas de contusions nerveuses lors de la prise en charge initial qui ont régressé spontanément avant la cure de pseudarthrose. Tous nos patients ont bénéficiés systématiquement d'un ravivement des berges, ré perméabilisation du canal médullaire et décortication ostéomusculaire. 87.7% ont bénéficié d'une greffe au niveau du foyer : par du substitut osseux dans 43.7% des cas, corti spongieuse à partir de la crête ipsilatérale dans 31.3% des cas et spongieuse chez 12.5% des patients. 68.8% de nos patients ont évolué vers la consolidation dans un délai moyen de 4mois avec un minimum de 2 mois et un maximum de 6mois. Les complications ont été marquées par une atrophie des muscles du bras dans 12.6% des cas et 25% ont évolués vers une pseudarthrose itérative et ont bénéficiés d'une seconde cure de pseudarthrose avec greffe de substitux osseux chez 2 patients et cortico-spongieuse chez les 2 autres ; 25% présentaient une consolidation vicieuse sans handicap fonctionnel avec une angulation $\leq 10^\circ$. Aucun patient ne présentait de signe de paralysie radiale lors de la cure de pseudarthrose.

Au final les résultats fonctionnels selon le score SOO avec un recul moyen de 12 mois, nos résultats ont été très bons dans 43.8%, bon chez 12.5%, moyen chez 25% et mauvais chez 18.8% des patients.

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

Tableau 2 :Données sociodémographiques et cliniques (récapitulatif)

Ag e	Sex e	Professio n	Coté domina nt	Délai consultation/m ois	étiologi e	Fractur e initiale	ATC D	Ttt initi al	Type lésion selon AO	Diagnostic radiologique	Cure chirurgical	Voies abord s	Evolutio n
52	m	Chauma ge	Droit	8	A D	Fermé	SP	T	2AIII	Atrophique	SO+GS+DCP	Ext B	Mauvais
42	m	Chauma ge	Droit	6	AD	Fermé	SP	T	2AIII	Atrophique	P	Ext B	Bonne
26	m	Ouvrier	Droit	8	AD	Fermé	SP	V	2BII	Atrophique	MV	Ext E	Bonne
74	m	Chauffeu r	Gauche	12	AD	Fermé	SP	V	2BII	Hypertrophiq ue	SO+GSO+DC	Ext B	Mauvais
52	f	Ménagèr e	Droit	8	AVP	Fermé	SP	V	3AI	Atrophique	SO+DCP	Post B	Bonne
54	f	Ménagèr e	Droit	12	AD	Fermé	SP	PA	1AIII	Atrophique	SO+GCS+PA	Ext E	Mauvais
60	f	Ménagèr e	Droit	24	AD	Fermé	SP	V	2AIII	Hypertrophiq ue	SO+GSO+DC	Ext B	Bonne
50	m	Ménagèr e	Droit	9	AVP	Fermé	SP	DCP	2BI	Atrophique	P	Ext B	Bonne

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

35	m	Ouvrier Ménagèr	Droit	6	AT	Ouvert e	PR	ECM V	2AIII	Hypertrophiq ue	SO+GCS+DC P	Ext B	Mauvais
46	f	e	Droit	8	AD	Fermé	OP	N	2AIII	Atrophique	SO+ECMV	Ext E	Bonne
26	m	Ouvrier Chauffeu	Droit	39	AT	Fermé Ouvert	SP	V	2AIII	Hypertrophiq ue	SO+GCS+DC P	Ext B	Bonne
29	m	r Ménagèr	Droit	15	AVP	e	PR	DCP	3AIII	Hypertrophiq ue	SO+GSO+DC P	Ext B	Bonne
68	f	e	Gauche	11	AD	Fermé	SP	V	3AIII	Hypertrophiq ue	SO+GSO+DC P	C Post	Bonne
34	m	Ouvrier	Droit	12	AVP	Fermé	SP	PL	3AI	Atrophique	SO+GSO+PL	C Post	Mauvais
24	m	Etudiant chauffeu	Droit	8	AVP	Fermé	SP	DCP	3CIII	Atrophique	SO+GS+DCP	B	Bonne
60	f	r	Droit	7	AD	Fermé	SP	PA	1CIII	Atrophique	SO+GCS+PA	Ext E	Bonne

m=masculin ; f=féminin ; AD=accident domestique ; AVP=accident de la voie publique ; AT=accident de travail ; ATCD=antécédent ; SP=sans particularités ; PR=paralysie radiale ; OP=os pathologique ; T= tradithérapie ; ECMV=enclouage centromédullaire verrouillé ; PV= plaque vissée ; PL=plaque lecestre ; PA=plaque anatomique ; N=négligée ; SO= stimulation de l'ostéogénèse ; GS=greffe spongieuse ; GSO=greffe substitux osseux ; GCS=greffe corticospongieuse ; DCP=dynamic compression plaque, Ext=externe ; B=bras ; Post=postérieur ; C=coude ; E=épaule ; PG= pas de greffe

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

Tableau 3 :Données cliniques (suite)

Déplacement							
initial fracture	Coté fracturé	Soo/points	Grefe	Aspect cal	Reprise chirurgical	Siteprélèvement greffe	Délaireprise/mois
Angulation	Droit	10	GS	Lâche		Crête iliaque	
Translation	Droit	17	GS	Serrée		Crête iliaque	
Rotation	Droit	17	GSO	Serrée			
Angulation	Gauche	4	GSO	Lâche	SO+GCS+GSO+DCP	L'humérus	12
Chevauchement	Gauche	19	PG	Serrée			
Rotation	Droit	5	GCS	Serrée	SO+GSO+DCP	Crête iliaque	36
Angulation	Droit	18	GSO	Lâche			
Rotation	Gauche	17	GCS	Lâche		Crête iliaque	
Angulation	Gauche	9	GCS	Lâche	SO+GCS+DCP	Crête iliaque	9
Non déplacé	Droit	13	PG	Serrée			
Chevauchement	Gauche	19	GCS	Serrée		Crête iliaque	
Angulation	Gauche	14	GSO	Serrée			
Chevauchement	Gauche	10	GCS	Serrée		Crête iliaque	
Chevauchement	Droit	5	GCS	Lâche	SO+GSO+PL	Crête iliaque	36
Angulation	Gauche	9	PG	Serrée			
Angulation	Gauche	19	GCS	Lâche			

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

	Evolution			Analyse univariée	P value
	Consolidation n (%)	Echec thérapeutique n (%)	Total %		
sexe					
Féminin	5(83.3)	1(16.7)	37.5		0.59
Masculin	6(60.0)	4(40.0)	62.5		
Fracture initiale					
Fermée	10(71.4)	4(28.6)	87.5		1.00
Ouverte	1(50.0)	1(50.0)	12.5		
Type radiologique					
Atrophique	7(70.0)	3(30.0)	62.5		1.00
Hypertrophique	4(66.7)	2(33.3)	37.5		
Technique chirurgical					
Plaque vissée	9(64.3)	5(35.7)	87.5		1.04
Enclouage	1(100.0)	0(0.0)	6.3		
Orthopédique	1(100)	0(0.0)	6.3		
Grefe					
Non	3(100)	0(0.0)	18.8		0.51
Oui	8(61.5)	5(38.5)	81.3		
Age (an)					
	43,91±15,71	49,80±16,41			0,50
Délai de consultation					
	13±10,03	10±2,83			0,52

DISCUSSION

La pseudarthrose aseptique de l'humérus est la complication tardive la plus redoutable des fractures de l'humérus, pour le chirurgien et pour le patient par ces difficultés de prise en charge, par la grande charge socio-économique et la durée d'incapacité temporaire ou d'autonomie engendrée par sa prise en charge. La littérature rapporte un taux de pseudarthrose variant 0 à 10% pour les fractures de l'humérus [38,39]. Cette prévalence des pseudarthroses de l'humérus est largement expliquée par les caractéristiques biomécaniques du membre supérieur. De nos jours une large palette thérapeutique existe pour la prise en charge de la pseudarthrose aseptique jusqu'à présent sans consensus réel sur la technique la plus adéquate. Cette décision thérapeutique doit être précédée d'une démarche diagnostique, clinique, radiologique et biologique fonction de plusieurs facteurs influençant la survenue de la pseudarthrose sur lesquels s'accordent plus ou moins la littérature [40]. L'épidémiologie de notre série est sans particularités. Elle confirme que la pseudarthrose aseptique peut survenir à tout âge avec une prédominance masculine dans la plupart des séries [41,42,43]. Outre les facteurs usuels liés au terrain (l'obésité, le tabagisme, l'alcoolisme, l'ostéoporose, la corticothérapie) l'ouverture initial du foyer de fracture, la violence du traumatisme initial, la comminution de la fracture initial, la perte de substance osseuse et les erreurs thérapeutiques sont répertoriés comme facteurs pseudarthrogènes dans la plupart des séries [44,45,46].

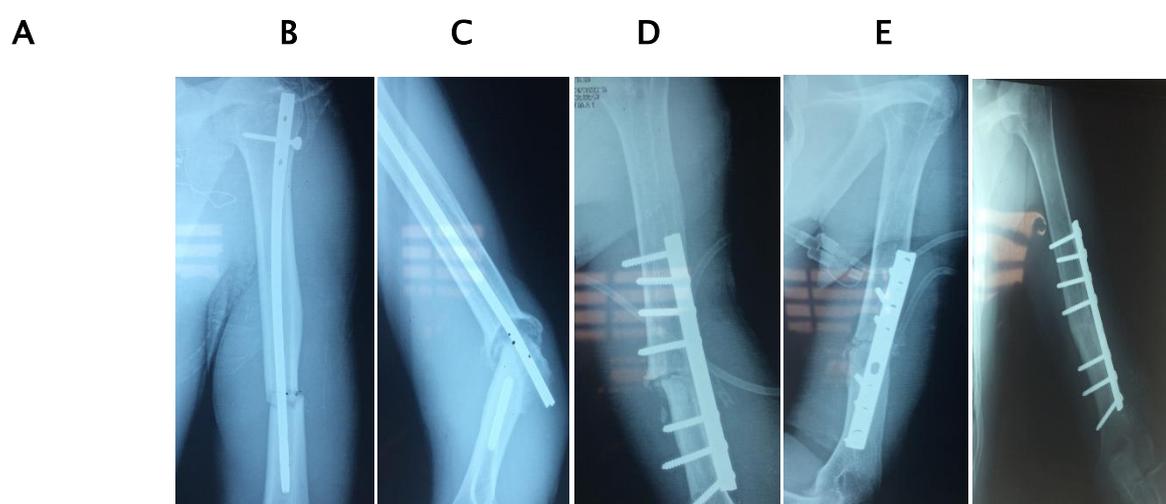
Dans notre série la partie analytique de notre étude recherchant les facteurs pronostics n'as pas données de résultats statistiquement significatif. Ceci pourrait s'expliquer par la faible taille de notre échantillon.

Le délai moyen d'admission, définissant le délai entre le traitement chirurgical initial et la cure de pseudarthrose dans notre série est semblable à celui de M.Tall et

al [47]. Cette moyenne pourrait s'expliquer par le manque d'information de nos patients, et le cout assez lourd de cette chirurgie. La prédominance de la survenue des pseudarthroses siégeant au tiers moyen de la diaphyse humérale dans notre série est conforme aux données de la littérature pour cette localisation le plus souvent mis en cause [48,49]; la fréquence de cette localisation serait principalement due à l'anatomie particulière de cette zone par la présence de la principale artère nourricière de l'humérus[50]; contrairement à d'autres séries de la littérature colligeant une prédominance de siège jonction tiers moyen- tiers supérieur, quart distal ou tiers proximal [46,51,45,49]. Le type radiologique de pseudarthrose atrophique a été la plus fréquente dans notre série comme le corrobore la plupart des séries de la littérature [47, 52,53]. Ces types radiologiques de pseudarthrose définissant aussi la technique chirurgicale la plus adéquate, certains auteurs prônent tout simple une immobilisation stricte dans la pseudarthrose hypertrophique vue la bonne vascularisation des bouts fracturaires, contrairement à une nécessité de stimulation ostéogénique dans la pseudarthrose atrophique. L'amélioration constante des techniques d'ostéosynthèse et des moyens de stimulation ostéogéniques dans la prise en charge des pseudarthroses de l'humérus rapporte des résultats très prometteurs avec un taux de consolidation de 95 à 100% quelque soit la technique utilisée [54,55, 56, 38]. Dans notre série le taux de consolidation était de 93.75% avec un recul moyen de 12 mois. Malgré ce résultat assez satisfaisant, toutes les fractures de l'humérus quelque soient les techniques chirurgicales ou orthopédiques utilisées peuvent évoluer vers une pseudarthrose. Cette évolution péjorative peut être liée à un défaut de réalisation de la technique chirurgicale comme le rapporte ces auteurs [42,43]. 3 cas de pseudarthroses attribuées à des défauts d'ostéosynthèse initiale ont été répertoriés

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

dans notre série : une plaque courte, une vis sur le foyer de fracture et un manque de verrouillage distal dans tous nos cas enclouage centromédullaire(iono3). La greffe du foyer de fracture a été prédominant dans notre série, soit cortispongieuse ou spongieuse à partir de la crête iliaque soit par du substitut osseux. Le rôle certains de cette greffe pour la consolidation étant rapportés dans la littérature récente [40, 42,43].



Patient1 :

A : fracture médiodiaphysaire initiale opérée par ECMV

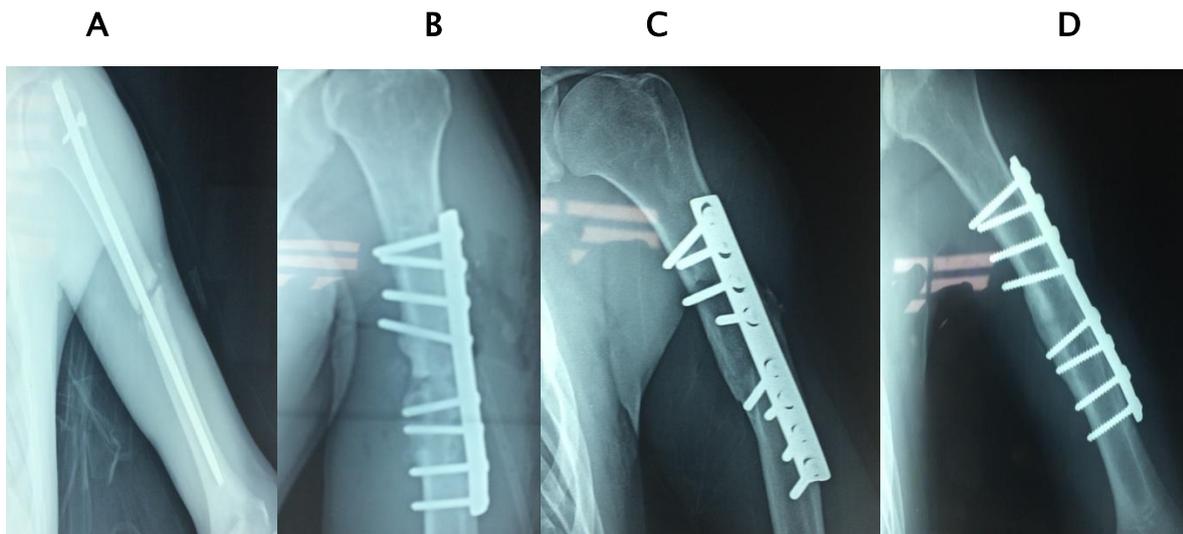
B : pseudarthrose avec cassure du clou

C :Cure de pseudarthrose + plaque DCP 9 trous (contrôle post op immédiat incidence face)

D : image post op incidence profil

E : consolidation recul de 6mois

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS



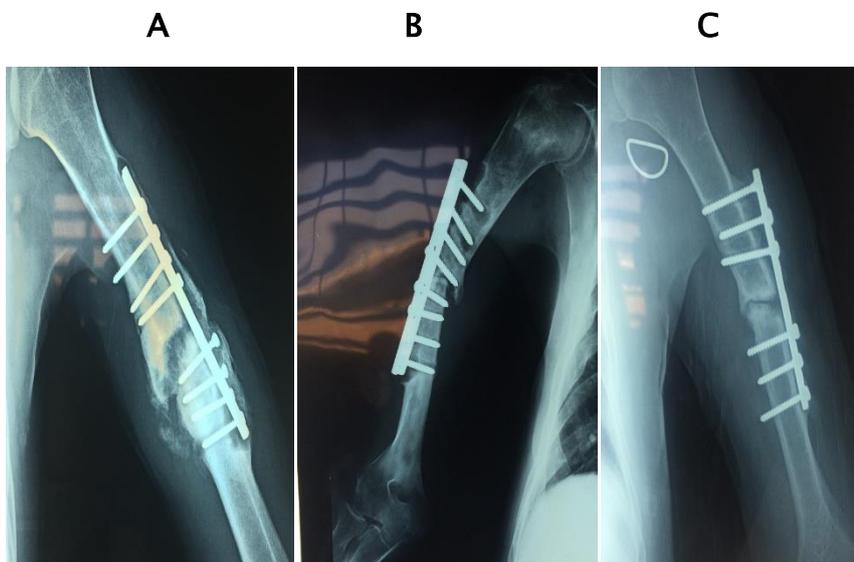
Patients2 :

A : ECMV initial

B : Image post op immédiat

C : Consolidation après recul de 6mois incidence profil

D : incidence face



Quelques défauts d'ostéosynthèses

A : vis pseudarthrogènes

B : vis pseudarthrogènes

C : plaque courte avec seulement 3 vis de part et d'autre

CONCLUSION

La pseudarthrose de l'humérus reste une des complications les plus redoutables des fractures de l'humérus vue sa fréquence, les difficultés de sa prise en charge et son impact socioéconomique. L'objectif étant 100% de consolidation, le retard de consolidation ou la pseudarthrose est souvent le fait du chirurgien. Cette prise en charge est cependant soumise à plusieurs facteurs prédictifs d'où la nécessité d'une étude dynamique prenant en compte ces multiples aspects sur un échantillon plus conséquent permettant de déterminer ces facteurs potentiels dont la prise en compte pourrait contribuer à atteindre cet objectif de consolidation.

La rh-BMP-7/matrice collagène (OP-1) et l'emploi de céramiques phosphocalciques biphasées reste des perspectives envisageables pour améliorer notre prise en charge.

RESUME :

Objectifs: évaluer les résultats du traitement chirurgical de la pseudarthrose aseptique de l'humérus en le comparant aux données de la Littérature.

Conception de l'étude: rétrospective descriptive.

Méthodes: Il s'agit d'une étude portant sur 16 patients traités entre janvier 2009 et juillet 2016 pour une pseudarthrose aseptique après diaphysaire fracture de l'humérus. Le critère d'inclusion était l'existence d'une pseudarthrose diaphysaire aseptique de l'humérus

traité chirurgicalement, associé ou non à une greffe osseuse. La pseudarthrose septique a été exclue, les patients n'ayant pas fait de suivi. Les données étaient recueillies sur des questionnaires standardisés. Epi-Info version 6 FR a été utilisé pour la saisie et l'analyse des données.

Résultats: Notre étude a inclus 10 hommes et 6 femmes, un âge moyen de $45,75 \pm 15,63$ ans; le délai moyen de consultation était de 12,06 mois avec des extrêmes de 6 à 39 mois. La fracture initiale a été fermée chez 87,5% de nos patients avec 1 cas de fracture sur pathologique os et 2 cas de paralysie radiale lors d'un traumatisme initial. 87,7% de nos patients en ont bénéficié lors du traitement de la pseudarthrose d'une ostéosynthèse à l'aide d'une plaque de compression dynamique avec 3 vis minimum des deux côtés du site de fracture et 12,6% d'un clouage centromédullaire avec verrouillage proximal. 93,7% de nos patients ont progressé vers la consolidation en un temps moyen de 4,5 mois avec un suivi moyen de 12 mois. Les complications étaient caractérisées par une atrophie des muscles du bras dans 12,6% des cas et 25% ont évolué vers une pseudarthrose itérative et ont reçu un deuxième traitement de pseudarthrose avec greffe de substitut osseux dans

RESULTATS DU TRAITEMENT CHIRURGICAL DES PSEUDARTHROSES ASEPTIQUES DE L'HUMERUS

2 patients et corticospongieux chez les patients 2 autres. Enfin, nos résultats fonctionnels selon le score SOO avec un suivi moyen de 5 mois, étaient très bons dans 43,8%, bons dans 12,5%, moyens dans 25% et médiocres chez 18,8% des patients.

Conclusions: La pseudarthrose de l'humérus reste l'une des complications les plus difficiles des fractures de l'humérus en raison de sa fréquence, les difficultés de sa gestion et son impact socio-économique. L'objectif étant une consolidation à 100%, une consolidation retardée ou la pseudarthrose est souvent due au chirurgien.

Mots-clés: pseudarthrose de l'humérus; Traitement chirurgical; CHU HassanII; Maroc

BIBLIOGRAPHIE

- [1]. Matthews LS, Kaufer H, Sonstegard DA.—Manualsensing of fracture stability :abiomechanical. Acta OrthopScand, 1974, 45, 373–381.
- [2]. FoulkDA,SzaboRM.Diaphysealhumerusfractures:NaturalHistoryand occurrence of non–union. Orthopaedics1995;18:333–5.
- [3]. MastJW,SpiegelPG,HarveyJP,HarrisonC.Fracturesofthehumeralshaft, a retrospectivestudy of 240 adult fractures. Clin Orthop1975; 112:254–62.
- [4]. JupiterJB.Complexnon–unionofthehumeraldiaphysis.JBoneJointSurg 1990;72A:701–7.
- [5]. Marti.RK, VerheyenCC,Besselaar PP. HumeralShaftnon union : evaluation of uniform surgical repair in fifty one patients. J.orthop.Trauma 2002 ; 16 :108–15.
- [6]. Béguin JM, Plenevaux P, Poilvache G. Considérations à propos du traitement des pseudarthroses de l'humérus.ActaOrthopBelg 1991; 57:114–22.
- [7]. Les pseudarthrose aseptique de la diaphyse humérale à propos de 22 cas.Université Mohammed 5–SOUISSI.2013.
- [8]. Bono C.M., Grossman M.G., Hochwald N., TornettaPRadial and axillary nerves: anatomic considerations for humeral fixation. Clin. Orthop. 2000; 373: 259–264
- [9]. CADENATFM.
Les voies de pénétration des membres.
DoinDeren& Cie, 1964, 86–89
- [10]. JUDET R, PATEL A, DEMEULENAEREC
Trois voies d'abord de l'extrémité supérieure de l'humérus et de la diaphyse humérale.

Presse Med, 1968, 76, 1961–1963.

[11]. LAPORTEC, BIETTE G, JOUVE F, ELBARNOUSSI.A

Les différentes voies d'abord pour l'ostéosynthèse par plaque
des deux tiers distaux de l'humérus

Le journal français de l'orthopédie, maîtrise orthopédique n° :
128– Novembre2003.

[12]. CADENAT FM.

Les voies de pénétration des membres. DoinDeren& Cie,
1964,86–89.

[13]. JUDET R, PATEL A, DEMEULENAEREC

Trois voies d'abord de l'extrémité supérieure de l'humérus et
de la diaphyse humérale.

Presse Med, 1968, 76, 1961–1963.

[14]. ROUVIERE H, DELMASA.

Anatomie descriptive du membre supérieur : les mouvements du
bras. Anatomiehumaine tome 3, 1991, 14^{ème}édition Masson :
262–270.

[15]. Processusderéparationosseuse:Conséquencesurledélaidemise
encontra. Yann Macé 1

Servicederéducationetderéadaptationdel'appareillocomoteur
t des pathologies du rachis, Hôpital Cochin, Assistance
Publique–Hôpitaux de Paris.2007

[16]. LARGIERA.

Fractures (généralités) : la formation du cal osseux, les facteurs influençant la formation du cal osseux, la consolidation des pseudarthroses.

Encycl.med.chir : paris, appareil locomoteur première édition, 14002, B10 : 4– 1978.

[17]. LEBBAR. ZINA

Le traitement chirurgical de la pseudarthrose de la diaphyse humérale
Thèse N°:174/18.

[18]. Langlais F., Kerboull M.

Faut-il opérer les fractures de la diaphyse humérale? Con. Méd., 1975, 4, 2644–2661.

[19]. JUPITER JB, VON DECK M. Un-united Humeral diaphyses.

J-shoulder elbow surg, 1988, Nov–Dec.

[20]. TAYNON B, ORENGOP.

Fractures de l'adulte : la consolidation osseuse et ses aléas. EMC (PARIS) appareil locomoteur, M4031, A815, 11, 1980.

[21]. RIEUNAUG.

Accidents de la consolidation des fractures : retard de consolidation et pseudarthroses. Encycl.Med.chir os articulation, 2,1960, 14009, A 10, 10P.

[22]. [Lenoble E., Terracher R., Kessi H., Goutallier D.

Traitement des fractures diaphysaires de l'humérus par fixateur externe de Hoffman. Rev. Chir. Orthop., 1993, 79, 606–614.

- [23]. Moyikoua A., Ebenga A., Pena–PitraB.
Fractures récentes de la diaphyse humérale de l'adulte. Place du traitement chirurgical par plaque vissée. Rev. Chir. Orthop., 1992,78,23– 27.
- [24]. Klems H, NoackW.
Causes and treatment of delayed callusformation andpseudarthrosis followingfracturesoftheshaftofthehumerus(author'stransl).ArchOrthop
Unfallchir. 1976 jul23;85(2): 181–8.
- [25]. Cappellin M, Morisi M.
Considerations on surgical treatment of pseudarthrosis of the humerus. Acta ChirPataV.1951;7(1):100–1.
- [26]. Brumback R.J., Bosse M.J., Pol,ka A., BurgessA.R.
Intramedullary stabilisation of humeral shaf1 fractures In patients with multiple trauma. J. Bone Joint Surg. (Am.), 1986,68, 960– 969.
- [27]. Saleh M, Rees,A.
Bifocal techniques for non–union and deformity. In: De Bastiani GA, AG., Goldberg,A.,editor.Orthofixexternalfixationintraumaandorthopedics: Springer; 2000. p.541–48.
- [28]. Blinov BV, KabanenkoIV.
Surgical treatment of invalids with pseudarthrosis of the humerus. Khirurgiia (Mosk). 1989 Aug;(8):22–5.

[29]. Saleh M, Yang L, SimsM.

Limb reconstruction after high energy trauma. Br Med Bull1999;55(4):870–84.

[30]. BonvalletJ.M.:

Enclouage centro-médullaire des os longs (fractures, cal osseux et pseudarthroses). Encycl. Méd., chir. (Paris, France), Appareil locomoteur, 7- 1962, 14008, 6 p.

[31]. Traitement chirurgical des pseudarthroses de l'humérus (a propos de 12 cas a l'HMV a rabat) Mlle. SihamDEMNATI.2008

[32]. Cattaneo, R, Villa A., Catagni M. et TentoriL.:

Traitement des pseudarthroses diaphysaires septiques ou non septiques selon la méthode de ILIZAROV en compression mono focale.Rev.Chir. Orthop., 1985, T.71, 4, pp: 223–229.

[33]. Traitement chirurgical des pseudarthroses diaphysaires aseptiques

J. Brillhault (Docteur) *, L. Favard (Professeur)

Chirurgie orthopédique et traumatologique 1, CHRU de Tours, hôpital Trousseau,37044 Tours cedex 1, France.2005.

[34]. CHANTELOT C., FERRY S., LAHOUE-CHANTELOT S., PRODOMME G., GUINAND R., FONTAINEC.

Étude rétrospective des résultats du traitement chirurgical de 21 pseudarthroses de l'humérus Titre de la Revue : Chirurgie de la main. [Chir. main.] , 2005, vol. 24, no 2, pp. 84 – 91.

- [35]. Pietu G, Letenneur J, Bourgade M.
The Seidel humeral nail in limited indications: pathological fractures, delayed union, pseudarthrosis and reconstruction. *Acta Orthop Belg.* 1994;60(2): 187– 93.
- [36]. Ueng SW, Wei FC, Shih CH.
Management of femoral diaphyseal infected nonunion with antibiotic beads local therapy, external skeletal fixation, and staged bone grafting. *J Trauma* 1999;46(1):97– 103.
- [37]. [Nieto H. Les fractures de la diaphyse humérale. Table ronde sous la direction de Nieto H. Société d'orthopédie de l'ouest. *Ann Orthop Ouest* 1997;29:129–59.
- [38]. Stewart MJ, Hundley JM. Fractures of the humerus, a comparative study in methods of treatment. *J Bone Joint Surg* 1955;27A:681–92.
- [39]. Chantelot C, Besson A, Feugas C, Elkholti K, Fontaine C, Beltrand E. Traitement des fractures de l'humérus par le clou de Marchetti. *Ann Chir Main* 1998;17:165–74.
- [40]. Osman N, Touam C, Masméjean E, Asfazadourian H, Alnot JY. Results of non-operative and operative treatment of humeral shaft fractures. A series of 104 cases. *Ann Chir Main* 1998;17:195–206.
- [41]. J. Brilhault, L. Favard Traitement chirurgical des pseudarthroses diaphysaires aseptiques
EMC–Rhumatologie Orthopédie 2 (2005) 217–247
[http://france.elsevier.com/direct/EMCRHO/1762-4207/\\$](http://france.elsevier.com/direct/EMCRHO/1762-4207/$) – see front matter © 2005 Elsevier SAS. Tous droits réservés. doi: 10.1016/j.emcrho.2005.01.005

- [42]. R. Bernard de Dompure et al. Non-consolidation aseptique de la diaphyse humérale© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés
- [43]. O. Dahmani et al.pseudarthrose aseptique de la diaphyse humérale traitée par plaque vissée et autogreffe osseuse (à propos de 20 cas / Chirurgie de la main 32 (2013) 85-9190
- [44]. C. Chantelot et al. Étude rétrospective des résultats du traitement chirurgical de 21 pseudarthroses de l'humérus / Chirurgie de la main 24 (2005) 84-91
- [45]. HealyWL,WhiteGM,MickCA,BrookerAF,WeilandAJ.Non-union of the humeralshaft. Clin Orthop1987;219:206-13.
- [46]. Lammens J, Bauduin G, Driesen R, Moens P, Stuyck J, De Smet L, etal.Treatmentofnonunionofthehumerususingthellizarovexternalfixator. Clin Orthop1998;353:223-30.
- [47]. FoulkDA,SzaboRM.Diaphysealhumerusfractures:NaturalHistory and occurrence of non-union. Orthopaedics1995;18:333-5.
- [48]. M.Tall et al.traitement des pseudarthroses diaphysaires des os longs sur fracture négligée par décortication ostéomusculaire / Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique 100S (2014) S145-S150
- [49]. GerardY,AmeilM,PiersonA,CharfiF.Pseudarthrosesdeladiaphyse humérale. Chirurgie 1991;117:263-9.
- [50]. Salanne P, Aribit F. Conduite à tenir devant une pseudarthrose de la diaphyse humérale.AnnOrthop Ouest 1997;29:148-51.
- [51]. CarrollSE.A study of the nutrientforamina of the humeraldiaphysis. J Bone Joint Surg1963;45B:176-81.

- [52]. Mast JW, Spiegel PG, Harvey JP, Harrison C. Fractures of the humeral shaft, a retrospective study of 240 adult fractures. Clin Orthop 1975; 112:254-62.
- [53]. Healy WL, White GM, Mick CA, Brooker AF, Weiland AJ. Non-union of the humeral shaft. Clin Orthop 1987; 219:206-13.
- [54]. Segonds JM, Alnot JY, Masméjean E. Pseudarthroses et retards de consolidation aseptiques de la diaphyse humérale, à propos de 30 cas traités par plaque et autogreffe osseuse. Rev Chir Orthop 2003; 89:107-14.
- [55]. Heim D, Herkert F, Hess P, Regazzoni P. Surgical treatment of the humeral shaft fractures, the Base experience. J Trauma 1993; 35:226-32.
- [56]. L.-E. GAYET *, M. FRESLON *, J. NEBOUT * Traitement chirurgical : l'embrochage fasciculé Service de Chirurgie Orthopédique, CHU de Poitiers, 350, avenue Jacques Cœur, BP 577, 86021 Poitiers.
- [57]. Dujardin FH, Mazirt N, Tobenas AC, Duparc F, Thomine JM. Échec de l'enclouage centromédullaire verrouillé des pseudarthroses de la diaphyse humérale. Rev Chir Orthop 2000; 86:773-80.